This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

MOULIN

—

ATIQUE

COMOTIVE

IÈME

EDITEURS

Emq 2788

Harvard

T

FREDERIC

OF N

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

MACHINE LOCOMOTIVE

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

MACHINE LOCOMOTIVE

AUG 1 1898
LIBRARY.

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

MACHINE LOCOMOTIVE

CHAPITRE IX

ORGANES DIVERS ET ACCESSOIRES

Portes de foyer et de boîte à fumée. — Barreaux de grille et jette-feu. — Cendriers. — Enveloppes des chaudières. — Appareils de la boîte à fumée. — Pare-étincelles. — Trémies. — Appareils de sûreté. — Régulateurs. — Purgeurs. — Appareils de freins. — Accessoires divers. — Peinture. — Interchangeabilité.

323. Portes de foyer. — Le foyer est muni, sur l'arrière, d'une ouverture de forme rectangulaire, circulaire ou le plus souvent ovale, qui sert au chargement du combustible, permet l'examen ou le nettoyage du feu et est en outre utilisée souvent pour les rentrées d'air, tout au moins dans les foyers munis d'une voûte ou d'un bouilleur Ten Brinck.

Cette ouverture se ferme à l'aide d'une porte mobile qui peut, soit tourner autour d'une charnière verticale ou horizontale, soit coulisser transversalement. Quand la charnière est verticale, elle est toujours placée du côté du mécanicien afin que ce dernier puisse ouvrir la porte lui-même en tirant sur une chaîne, placée à sa main et qui agit sur le loqueteau de fermeture La porte s'ouvre alors vers le dehors. Quand la charnière est horizontale, elle peut être placée vers le haut du cadre de la porte, cette dernière ouvrant alors vers l'intérieur, ou à la partie inférieure, la porte se développant vers le dehors. Les portes à coulisse comprennent deux battants se déplaçant en sens contraire, réunis par des bielles articulées et sur lesquelles le mécanicien ou le chauffeur agissent à l'aide d'un levier.

Souvent la porte est munie d'un registre à volets permettant une admission d'air variable au-dessus de la grille.

Les portes à charnières verticales sont munies intérieurement d'une contre-porte formée par une tôle ou une plaque en fonte réunies à la porte

proprement dite au moyen d'entretoises creuses que traversent des boulons et qui la protègent de l'action directe du feu.

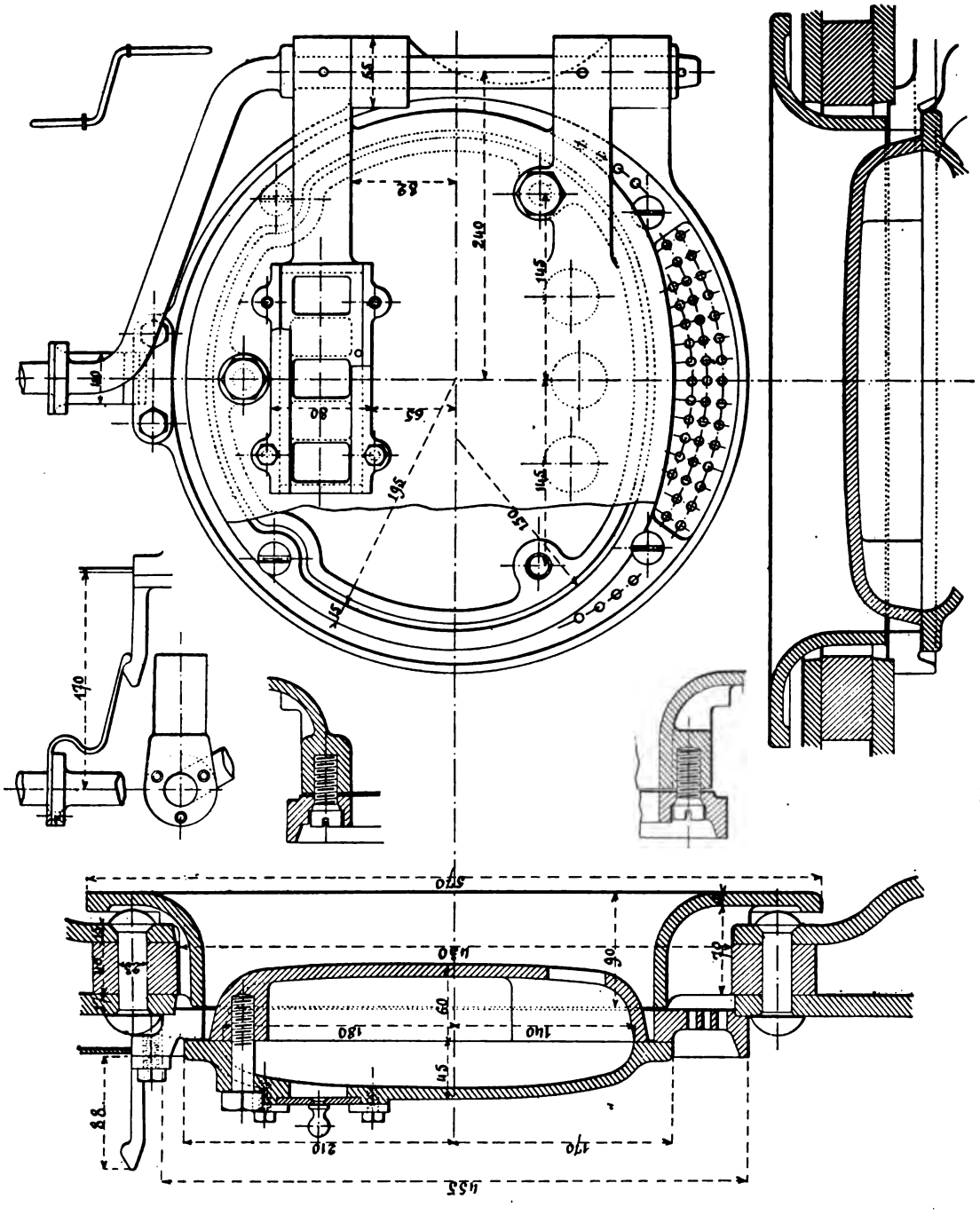


Fig. 745. — Porte de foyer du *Central suisse*.

Les pentures de la porte sont fixées au moyen de goujons, soit après le cadre, soit sur la tôle arrière de la boîte à feu.

La partie inférieure du cadre de la porte et les pinces qui viennent s'y fixer sont protégées du choc des outils de chauffe par une pièce en fonte ou en tôle emboutie appelée *pare-ringard*.

Dans certains foyers à voûte, destinés à brûler un charbon demi-gras en couche épaisse, par exemple sur la plupart des locomotives anglaises, la porte, appelée à laisser passer une grande quantité d'air, se réduit en réalité

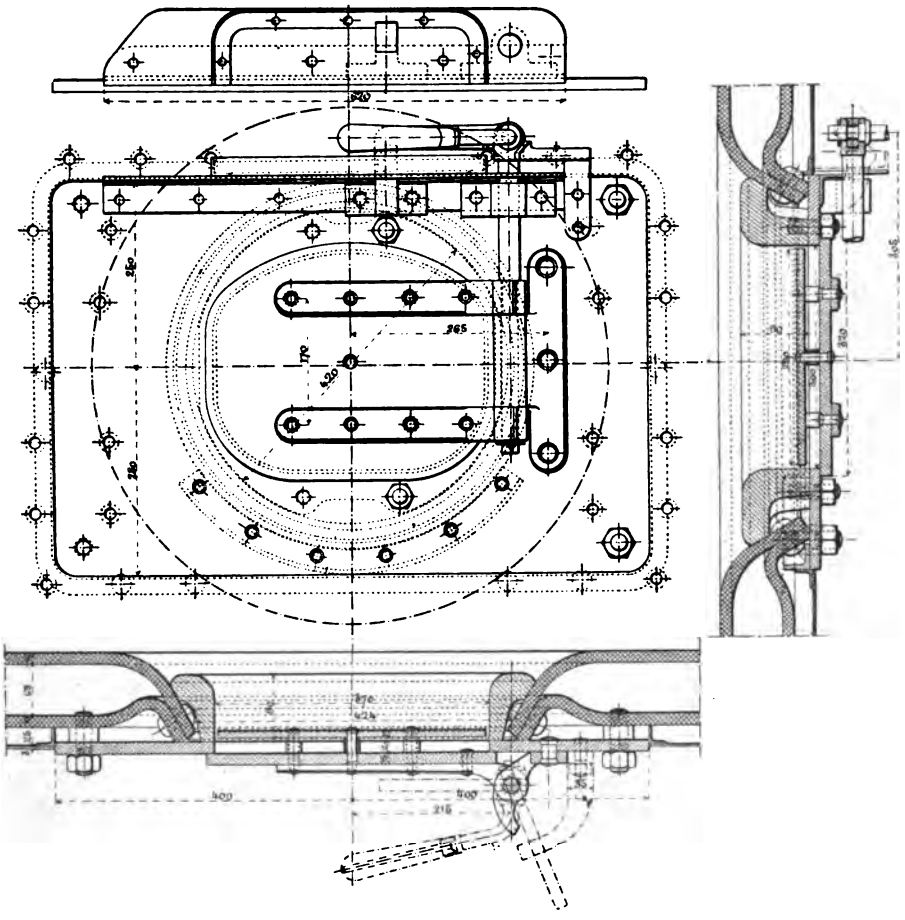


Fig. 746. — Porte de foyer. Locomotives compound à grande vitesse de l'*État prussien* (Cologne).

à un véritable écran servant à protéger le personnel du rayonnement et surtout à empêcher que, la nuit, il ne soit ébloui par la lueur intense du feu le gênant pour la vision des signaux.

Quand les foyers sont très larges, par exemple dans certaines locomotives belges et américaines (*Wootten*) dont la boîte à feu passe au-dessus des roues et s'étend de chaque côté, on dispose parfois deux portes placées symétriquement de part et d'autre du plan médian et qui facilitent le travail du

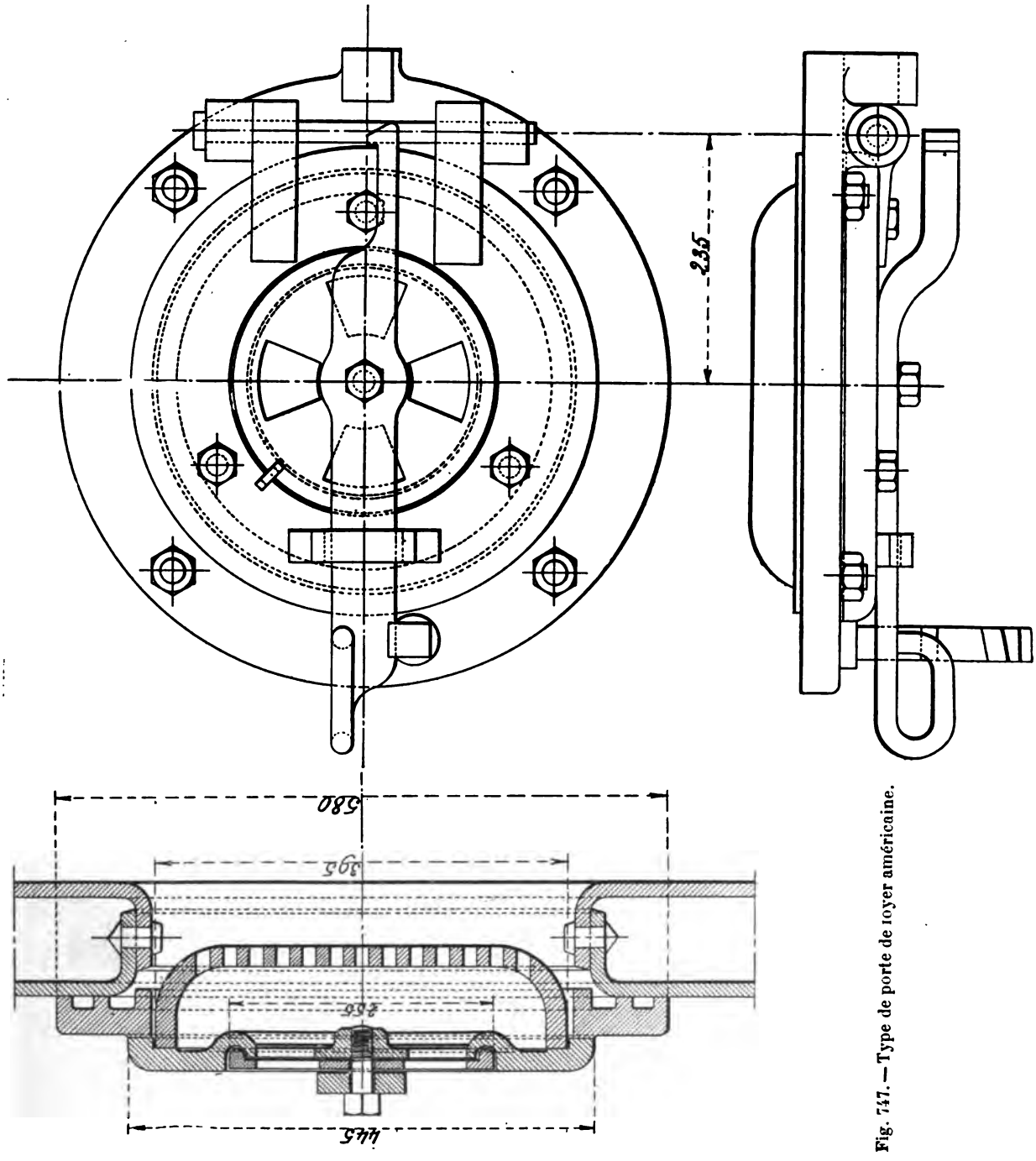


Fig. 747. — Type de porte de foyer américaine.

chauffeur et la conduite du feu. Sur certaines locomotives de l'*Etat belge* on préfère ne disposer qu'une seule porte, mais très large.

La hauteur de la porte au-dessus de la grille doit être choisie de telle sorte

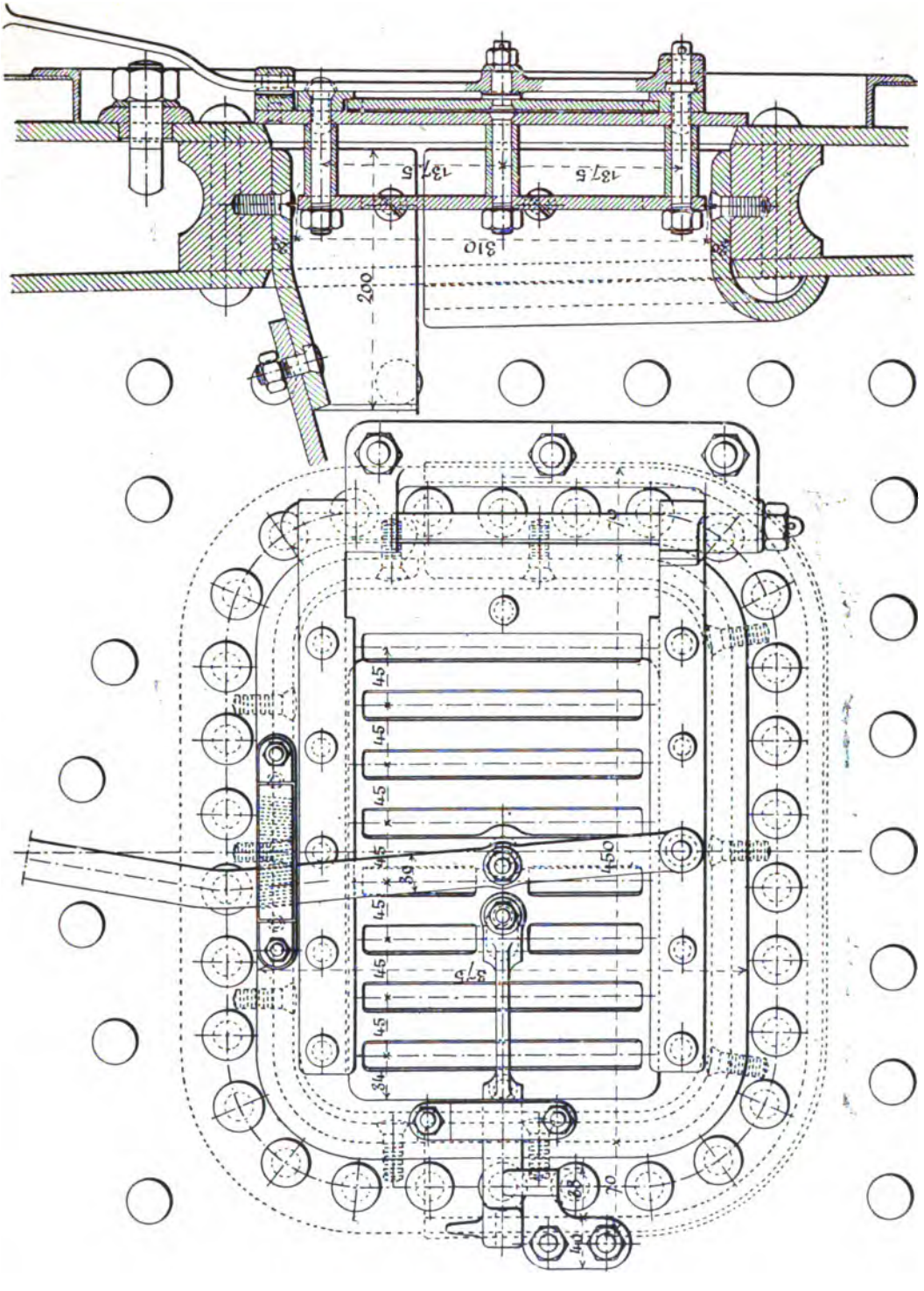


Fig. 748. — Porte de foyer des *Chemins de fer de l'Est* (Mach. 801 à 840).

que l'on puisse donner au feu, dont le niveau supérieur ne peut pas s'élever

plus haut que le dessous de la porte, une épaisseur suffisante et convenant à la qualité spéciale du combustible qui doit être brûlé dans le foyer. Cette

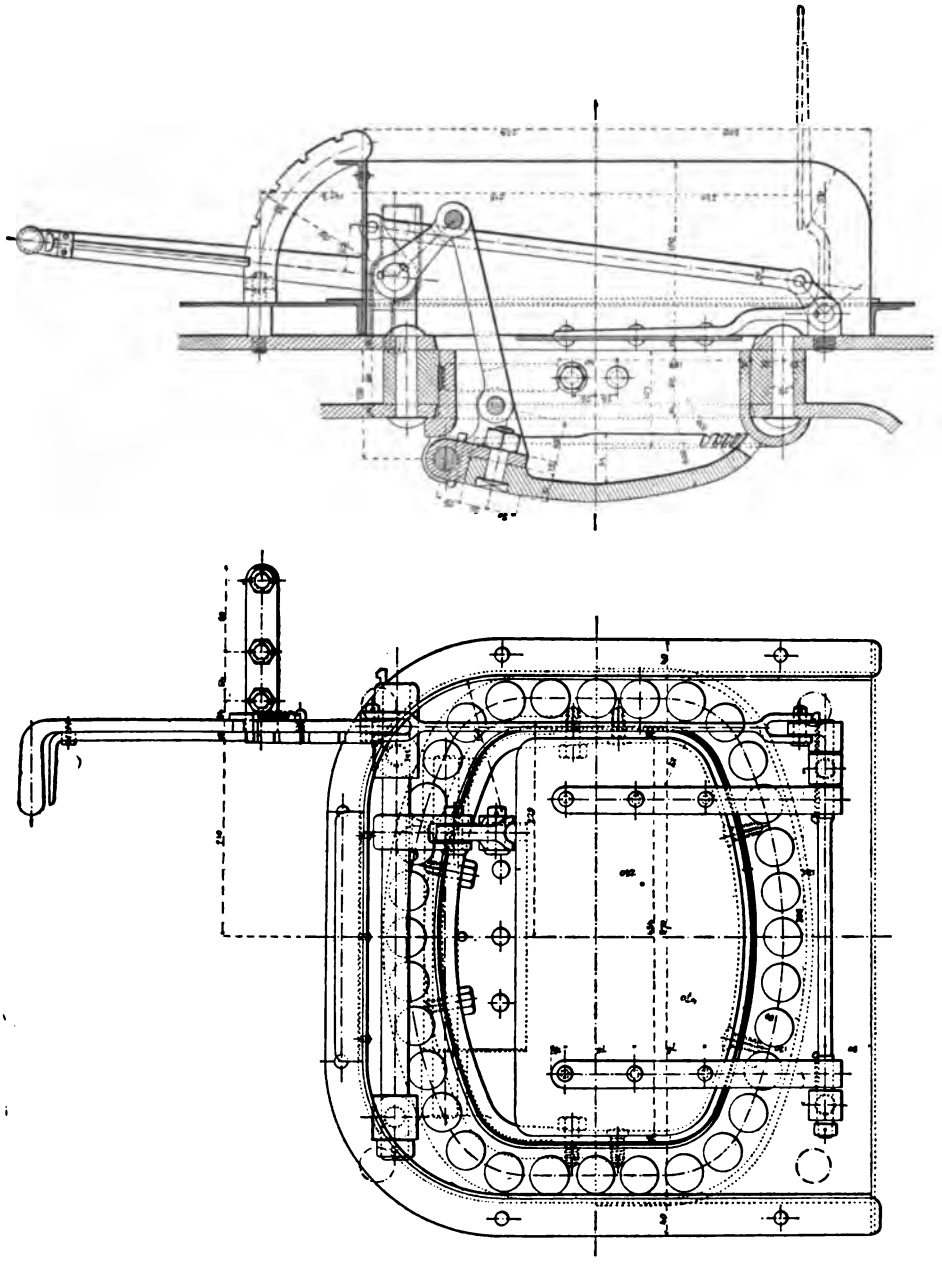


Fig. 749. — Porte à déflecteur de la *Compagnie de l'Ouest*, pour locomotives à foyer profond.

porte doit en outre être placée, par rapport à la plate-forme, à une hauteur convenable pour la chauffe. Quand les foyers sont destinés à brûler des menus en couche mince, on dispose quelquefois le bas de la porte au ras de la grille, ce qui facilite le chargement et le nettoyage du feu (fig. 366).

Nous avons choisi quelques exemples de portes de foyer capables de

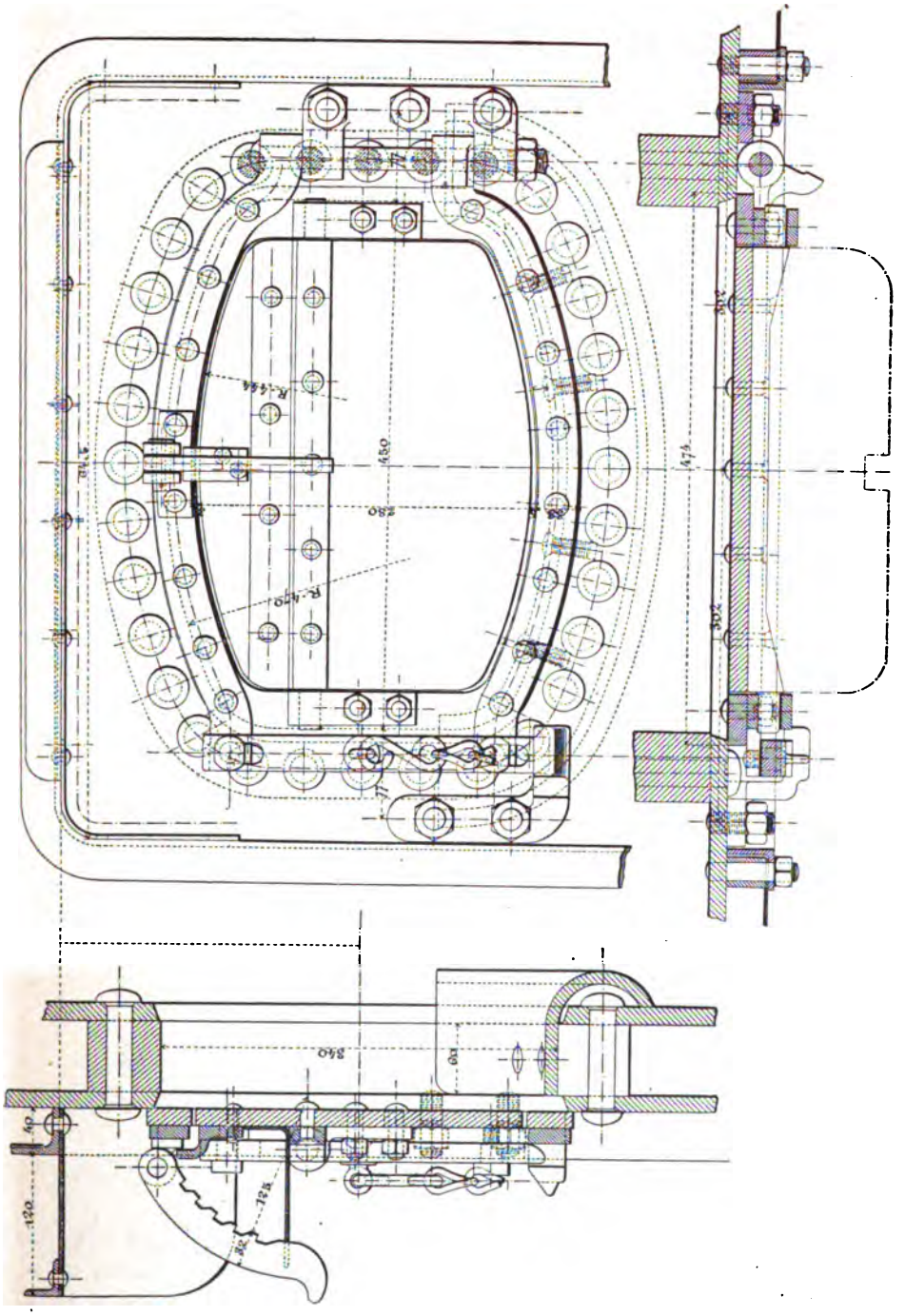


Fig. 750. — Porte de foyer dite de *Kilson* ; *Chemins de fer de l'Ouest.*

donner une idée assez complète des formes et des dispositions usuellement adoptées.

Comme exemple de porte ordinaire sans registre de rentrée d'air, nous donnerons celle des locomotives express construites par la *Société alsacienne* pour les Chemins de fer de l'*Etat prussien* (fig. 746). C'est une porte à charnière verticale que l'on ouvre à l'aide d'un levier placé en haut de la penture

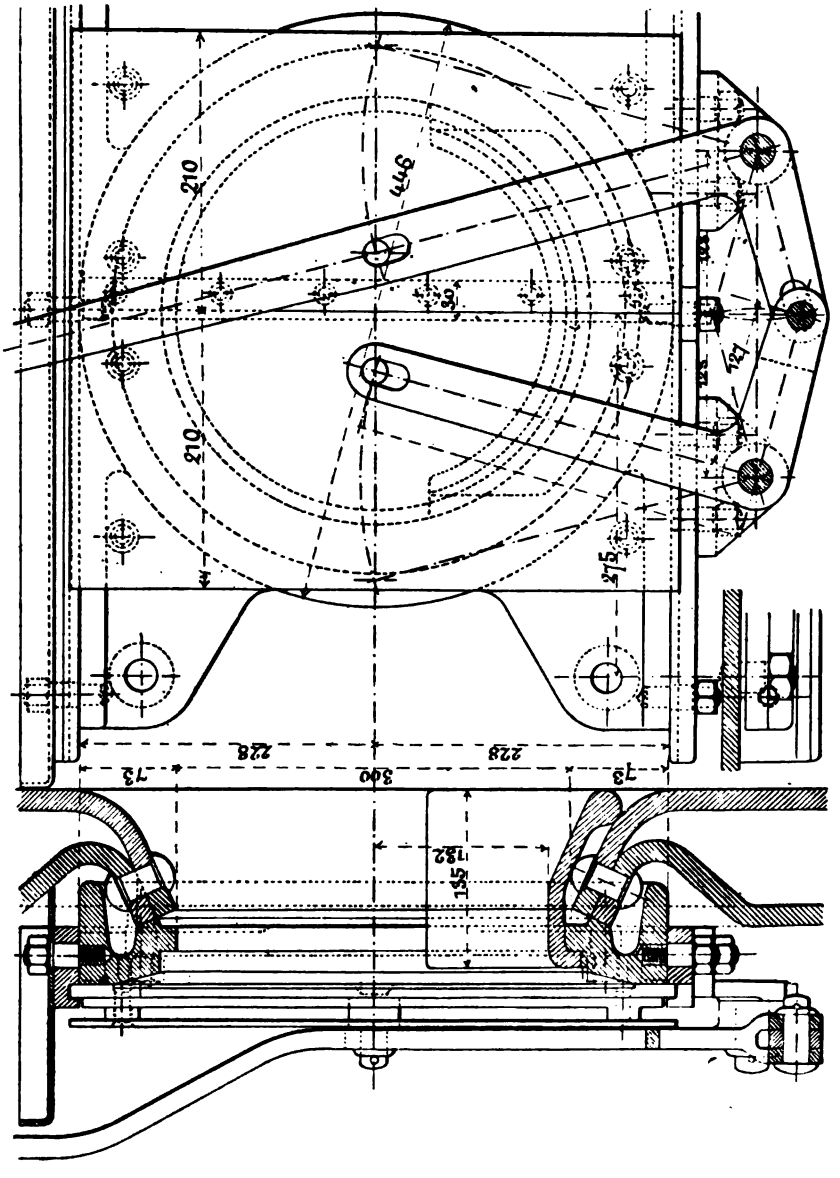


Fig. 751. — Type de porte de foyer à coulisse (*État danois*).

et qu'une sorte de crochet maintient ouverte aussi longtemps que cela est nécessaire. Le pare-ringard est fermé par une pièce en fonte entourant complètement l'ouverture et maintenue par une tôle, fixée sur l'arrière de la boîte à feu au moyen de quatre gros prisonniers, et servant aussi d'attache aux pentures de la porte.

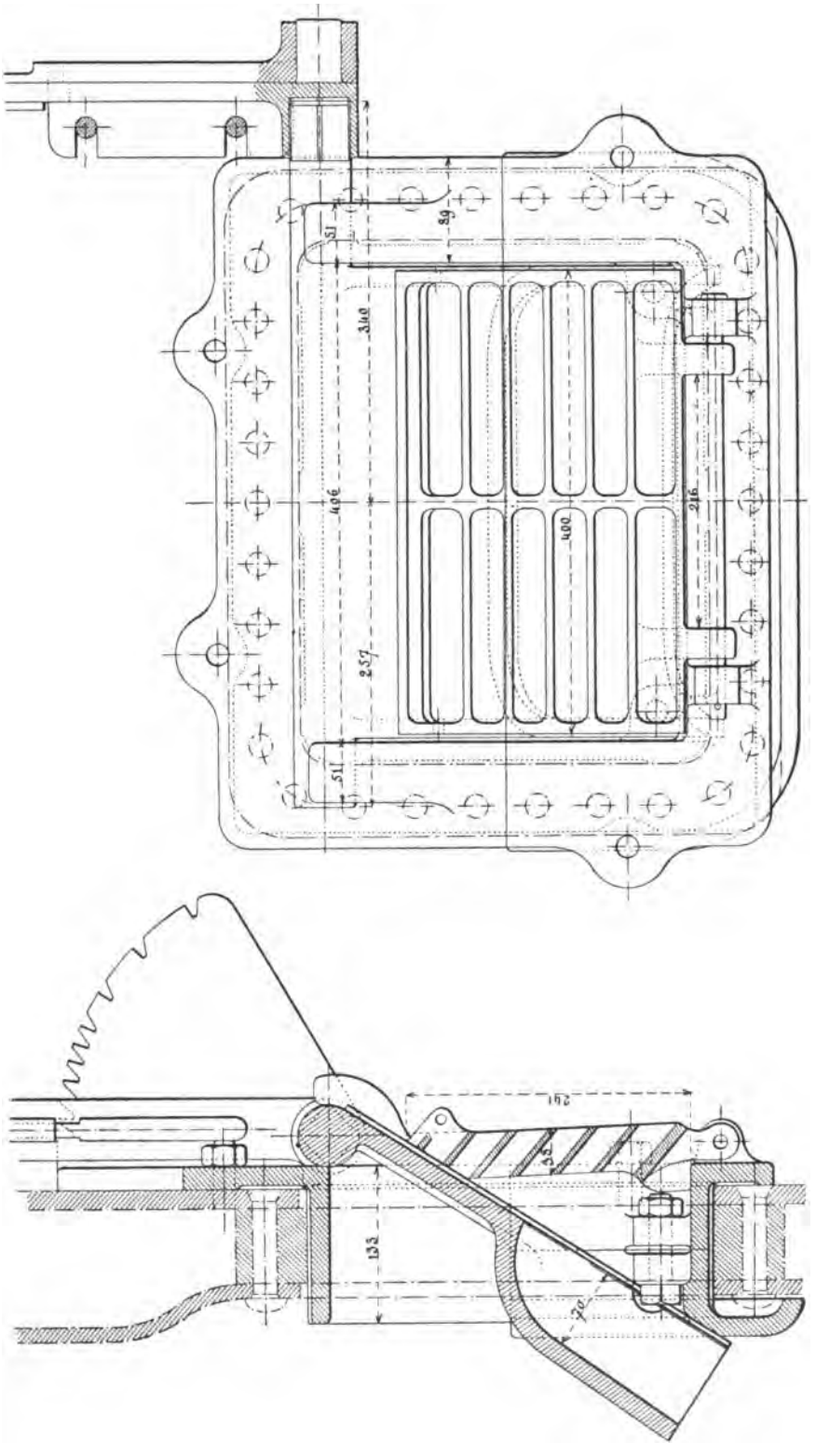


Fig. 752. — Porte de foyer du *Highland Railway*.

La figure 748 représente un type de porte à charnières verticales se fermant au moyen d'un loqueteau et munie d'un registre de rentrée d'air à grille (Compagnie de l'*Est*).

La figure 745 représente une porte en fonte à double paroi munie d'un registre de rentrée d'air placé à la partie supérieure. L'air ne pénètre dans le foyer que par des orifices situés au contraire en bas, sur la seconde toile de la porte, de telle sorte qu'il se chauffe légèrement avant de pénétrer dans le foyer. Cette porte se manœuvre au moyen d'un levier formé par le prolongement de l'axe de la penture; elle est maintenue par un petit loqueteau à ressort placé sur le levier.

On trouvera, figure 750, un type de porte employé depuis quelques années par la Compagnie de l'*Ouest* pour la plupart de ses locomotives. Cette porte se compose d'un cadre mobile autour d'une charnière à axe vertical. Toute la partie centrale est formée par un volet mobile lui-même sur un axe horizontal solidaire du cadre dont nous venons de parler. Quand ce volet est fermé, l'appareil est assimilable à la porte pleine du type ordinaire. Le volet peut s'ouvrir d'une quantité variable et forme en quelque sorte déflecteur; on le maintient dans l'inclinaison voulue à l'aide d'un secteur à crans.

La même Compagnie emploie, pour ses locomotives à foyer profond, un autre modèle de porte représenté figure 749, d'un type très usité en Angleterre et qui est particulièrement bien disposé en vue des rentrées d'air. C'est la porte dite à déflecteur. Le battant est en fonte et s'ouvre vers l'intérieur en tournant autour d'une charnière horizontale solidaire du pare-ringard. Quand elle est ouverte, elle forme déflecteur et empêche le courant d'air froid de se diriger directement sur la plaque tubulaire. On la manœuvre au moyen d'un levier à secteur et d'une petite transmission de mouvement. Des échancrures, pratiquées à la partie basse, sur l'arête de la porte, empêchent que la fermeture soit jamais hermétique et assurent une rentrée d'air minimum. Un écran en tôle, placé extérieurement, qui se manœuvre par le même mouvement que la porte et tourne autour d'une charnière horizontale située à la partie basse, protège les agents du rayonnement de la porte intérieure qui est soumise à une très haute température et rougit en cours de marche. C'est là un inconvénient de ce système de porte qui ne s'applique guère aux foyers peu profonds, le battant intérieur se trouvant trop près du feu et étant soumis de ce fait à une dégradation rapide.

On trouvera, figure 752, le dessin d'une porte analogue employée, par le *Highland Railway*. La porte s'ouvre encore vers l'intérieur, mais sa charnière est reportée au dehors; grâce à l'obliquité qu'elle présente, cette porte souffre beaucoup moins que la précédente de l'action du feu. La fermeture n'est jamais hermétique; une large échancrure, disposée à la partie inférieure du battant, laisse passer l'air quand ce dernier est fermé. Un écran

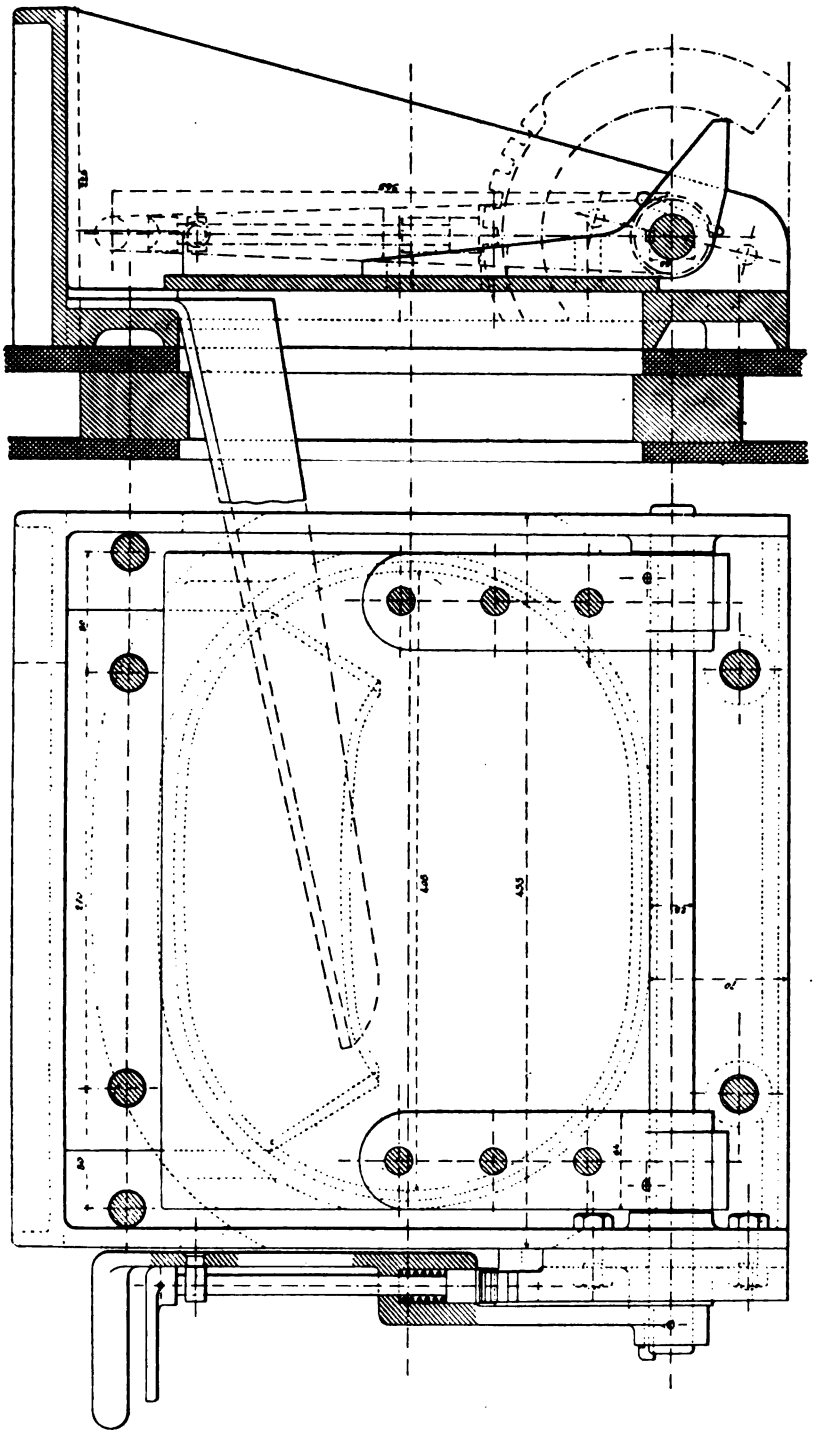


Fig. 753. — Porte de foyer du *Glasgow and South Western Railway.*

en fonte à volet, mobile sur une charnière placée à la partie basse, protège les agents du rayonnement sans offrir d'obstacle au passage de l'air.

Le *Glasgow and South Western Ry* emploie, pour ses nouvelles locomotives, une porte très simple, en tôle, représentée figure 753. Elle comporte un battant unique, mobile sur une charnière horizontale placée au bas du cadre et que l'on manœuvre au moyen d'un levier à secteur. L'axe horizontal de ce dernier est maintenu dans deux bossages faisant partie d'une pièce en fonte formant un cadre autour de la porte et que l'on retrouve sur la plupart des machines anglaises. La partie supérieure de ce cadre forme une table

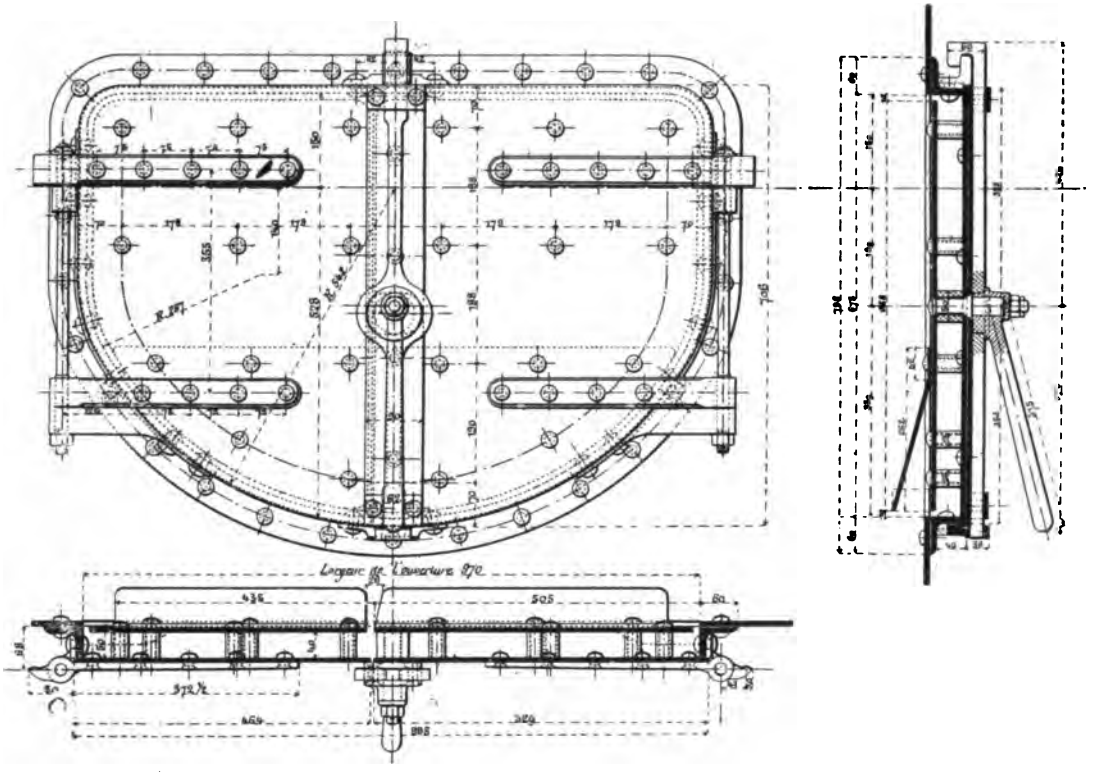


Fig. 754. — Type de porte de boîte à fumée à deux vantaux.

horizontale, comportant vers l'arrière un rebord, et sur laquelle on place les burettes à huile.

La figure 747 représente une porte américaine à charnières avec papillon et la figure 751 un type de porte à coulisse, à deux vantaux, qui peut servir de type.

324. Portes de boîte à fumée. — La boîte à fumée est fermée sur l'avant par une porte permettant d'en visiter les organes intérieurs et de nettoyer les tubes; cette porte doit offrir une étanchéité complète afin de ne pas permettre, à l'intérieur de la boîte à fumée, des rentrées d'air capables de mettre le feu

aux escarbilles toujours contenues dans la boîte à fumée et s'accumulant contre la porte lorsque la boîte est petite.

Jusqu'il y a peu d'années on n'employait en France que la porte à deux battants, encore usitée sur les anciennes machines de toutes les Compagnies et sur toutes les machines de la Compagnie d'*Orléans*. Ce genre de porte est aujourd'hui remplacé dans la plupart des machines récentes, sur tout le continent européen, par la porte ronde à battant unique, employée depuis l'origine en Angleterre et d'une manière exclusive. Cette porte présente en effet plusieurs avantages. Elle est plus simple que la précédente et d'un aspect plus satisfaisant, elle assure une étanchéité plus complète; occupant presque toute la surface de la partie face avant de la boîte à fumée, elle donne une ouverture plus grande et dégage mieux, quand elle est ouverte, l'intérieur de la boîte.

Aux États-Unis, on emploie des portes rondes, mais de beaucoup plus petit diamètre et qui ne sont pas destinées à s'ouvrir rapidement ni souvent. Elles sont simplement maintenues et appliquées sur la paroi de la boîte à fumée par une couronne de boulons. La nature du combustible employé en Amérique et l'extrême intensité du tirage des machines dispensent du tringlage fréquent des tubes.

On trouvera, figure 754, le dessin de la porte à deux battants longtemps classique en France. La fermeture s'opère à l'aide d'un double verrou à excentrique actionné par une manette placée vers le milieu. On complète la fermeture à l'aide de deux petits taquets à plans inclinés permettant d'effectuer le serrage de chaque battant dans la partie basse comprise entre la penture et le verrou central.

La figure 755 représente la porte ronde usitée actuellement d'une manière à peu près générale, avec quelques variantes. Le battant, unique et circulaire, supporté par une penture latérale, est légèrement bombé et se trouve réuni, par une série d'entretoises, à un écran intérieur, plat, appelé à la protéger du rayonnement. Cette porte s'applique par son pourtour, dressé, grâce à un verrou placé au centre qu'un écrou, manœuvré à l'aide d'un volant ou d'une manette extérieure, permet de serrer énergiquement contre une traverse horizontale en fer, boulonnée aux deux côtés de la face avant de la boîte à fumée. Pour que l'étanchéité soit parfaite, il est bon d'opérer le portage du bord de la porte sur un cercle extérieur rapporté, dressé et rivé sur la face avant au pourtour de l'ouverture. Dans la porte choisie comme exemple on a de plus pratiqué sur ce cercle rapporté un petit larmier destiné à empêcher les eaux sales et chargées de rouille ou de boues qui peuvent s'écouler entre le bord de la porte et le cercle, à la partie basse, de couler le long de la face avant de la boîte à fumée et de la souiller.

En donnant à la porte ronde un bombement considérable, on peut ter-

miner l'avant de la chaudière par une surface arrondie ou conique capable

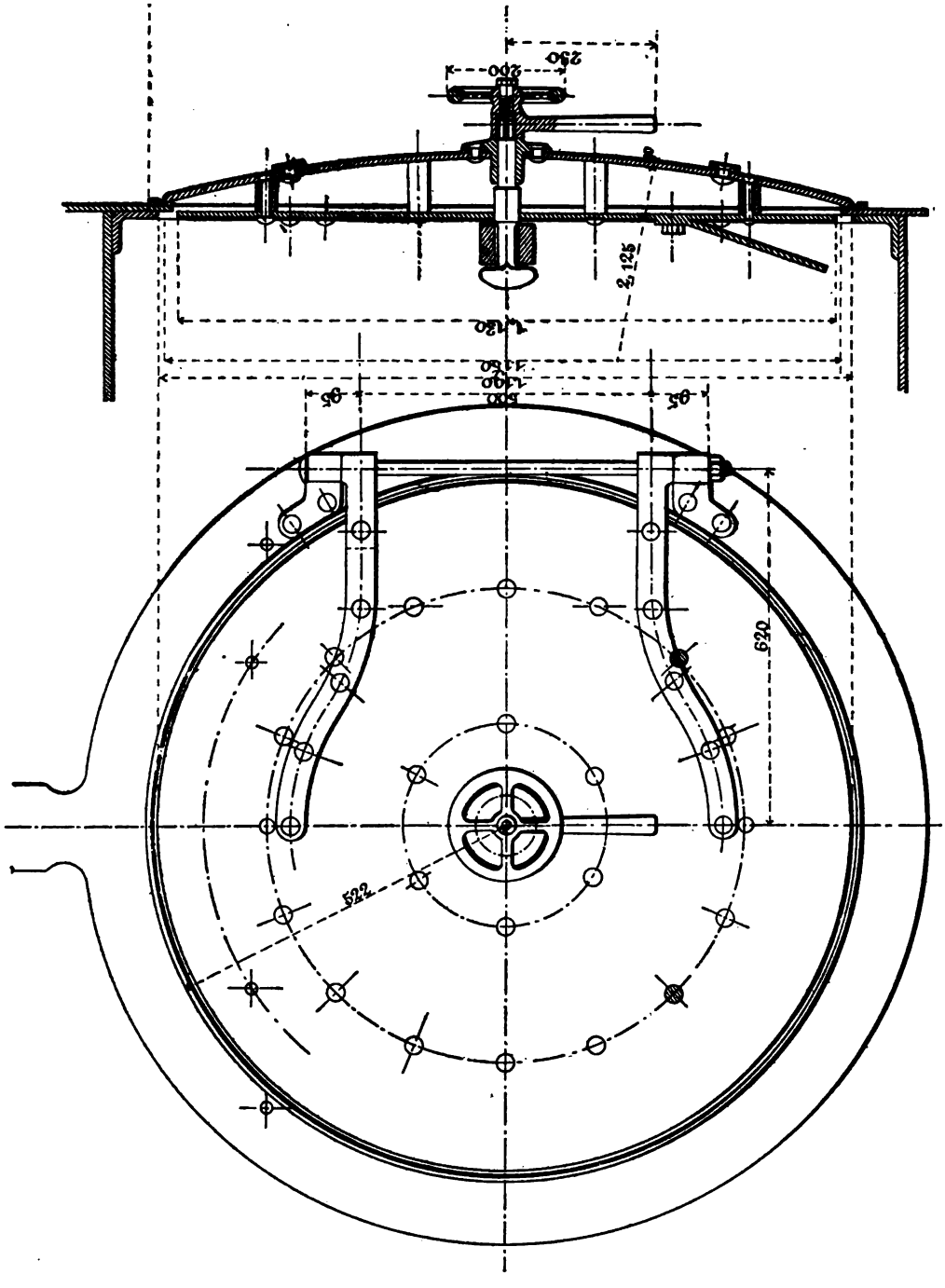


Fig. 755. — Type de porte de boîte à fumée ronde, à battant unique (*Ouest*).

de jouer le rôle de coupe-vent, sans sacrifier l'aspect de la machine (*London and South Western ;* machines construites depuis 1896).

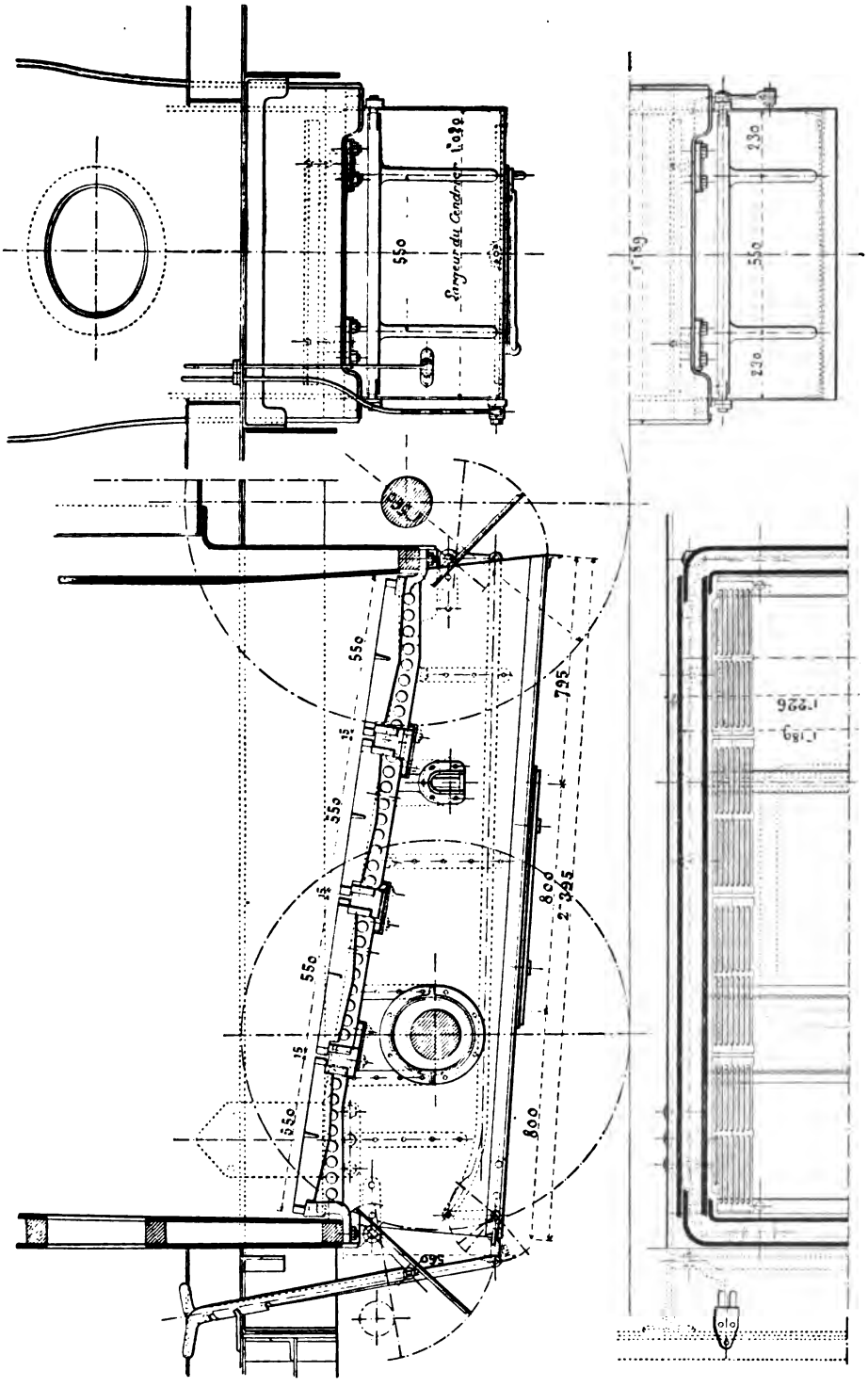


Fig. 756. — Grille et cendrier des locomotives de banlieue (série 705 à 742) des *Chemins de fer de l'Est*.

325. Grille. — La grille sert à supporter le combustible et à faciliter sa

combustion en permettant, par-dessous, l'arrivée de l'air comburant et son

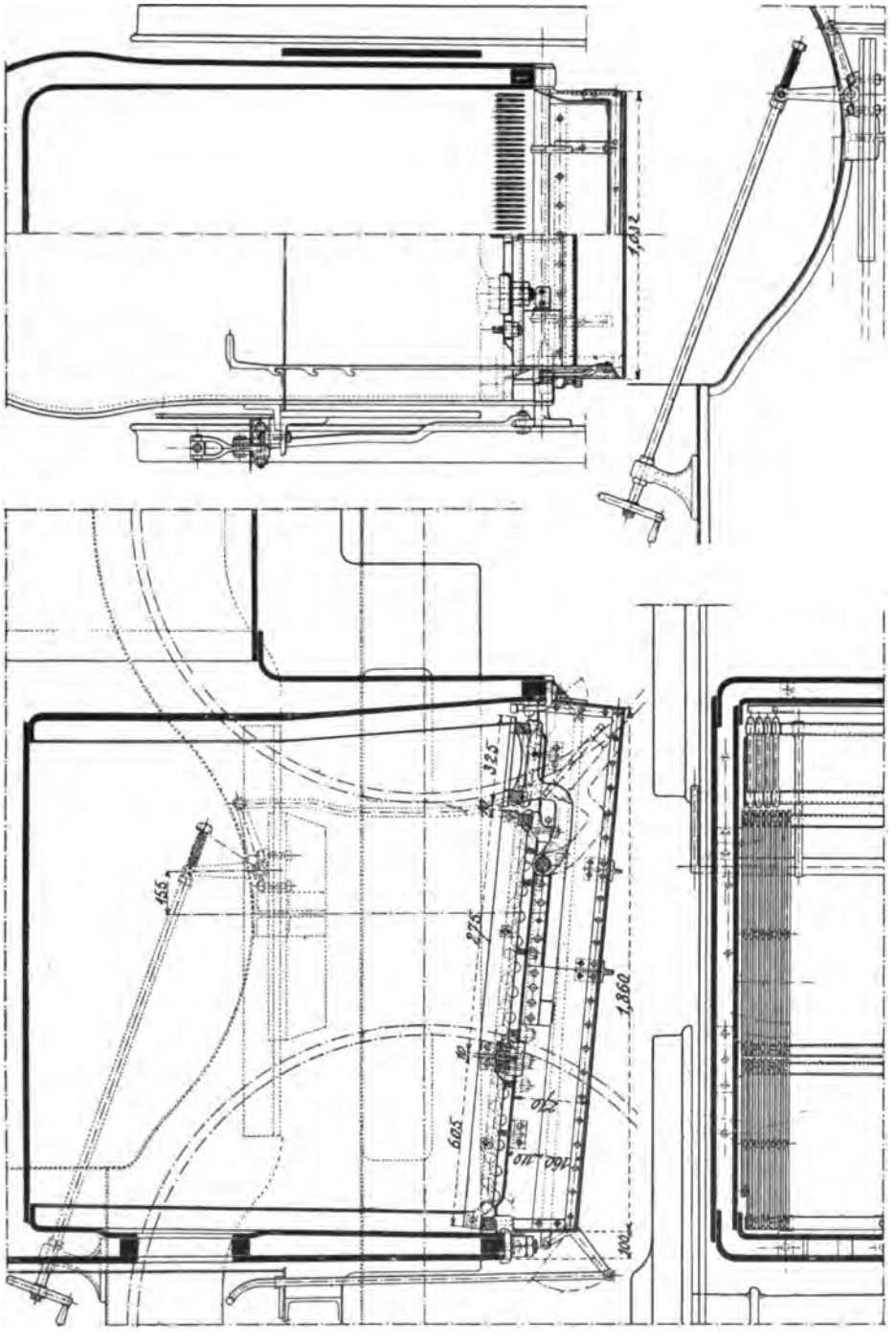


Fig. 757. — Grille, jette-feu et cendrier des locomotives à grande vitesse et à bogie (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

contact aussi intime que possible avec la couche de charbon en ignition.

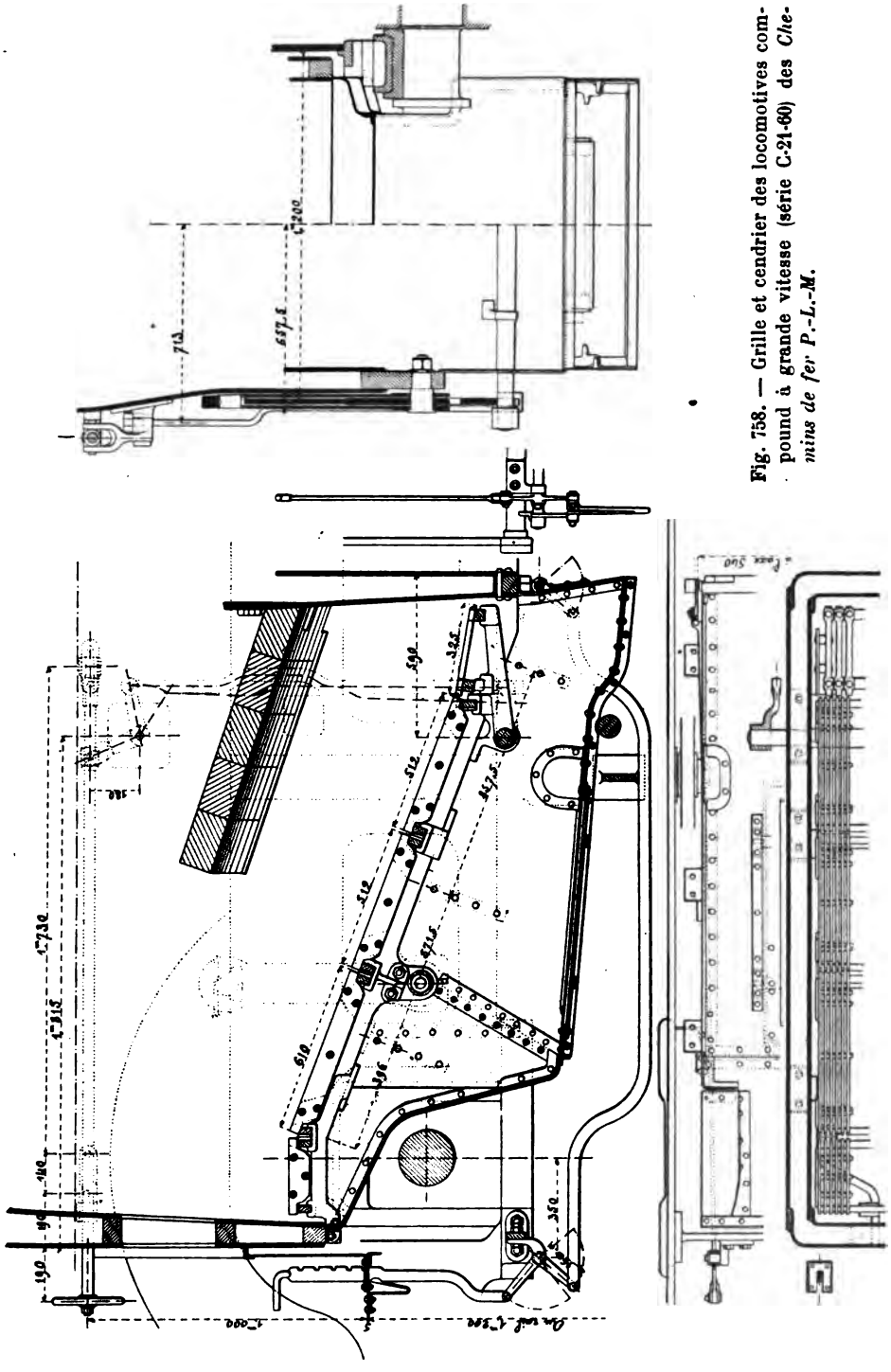


Fig. 758. — Grille et cendrier des locomotives compound à grande vitesse (série C-21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

Elle doit être appropriée au genre de combustible usité qui détermine, non seulement la surface de grille indispensable pour produire, dans les conditions

requises, la vaporisation nécessaire, mais aussi la largeur des barreaux et l'espacement avec lequel ils doivent être montés. En principe, plus le charbon que l'on emploiera sera menu, plus il conviendra de rapprocher les barreaux pour éviter que le charbon ne vienne à tamiser au travers et, pour que la section de passage d'air soit suffisante, il faudra augmenter le nombre des intervalles, ce qui revient à diminuer la largeur des barreaux.

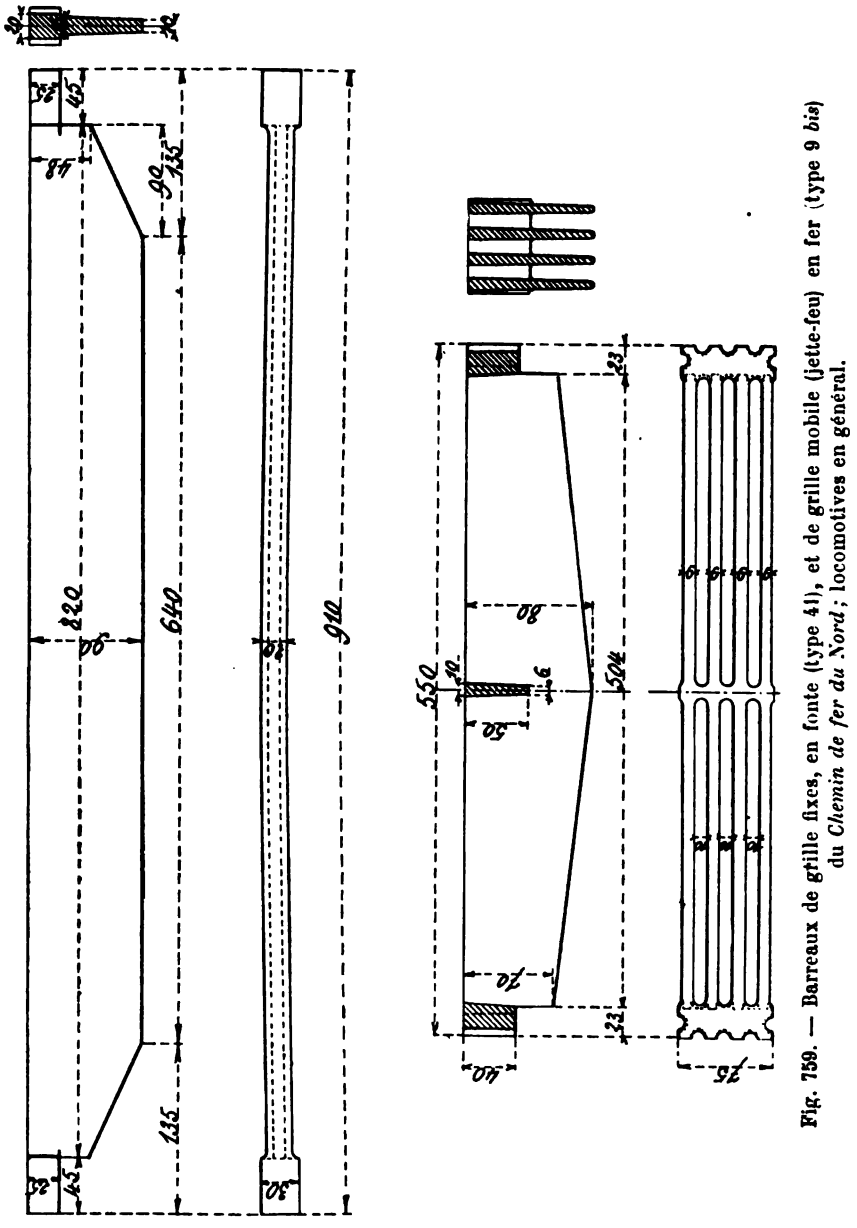


Fig. 759. — Barreaux de grille fixes, en fonte (type 41), et de grille mobile (jette-feu) en fer (type 9 *bis*) du *Chemin de fer du Nord*; locomotives en général.

La grille est toujours sensiblement parallèle au cadre du foyer. Quand

celui-ci est horizontal, c'est-à-dire si le foyer est profond et ne passe pas au-dessus d'un essieu, la grille l'est aussi (fig. 317). Si au contraire le cadre est incliné pour éviter un essieu, la grille se trouve aussi inclinée (fig. 756, 758). Parfois même on incline le cadre et la grille sans que cette disposition soit nécessitée par l'arrangement relatif du foyer et des essieux (fig. 757).

Les grilles horizontales paraissent surtout convenir pour les combustibles très gras et très riches comme les houilles anglaises ou, au contraire, pour les menus maigres et les anthracites brûlés en couche très mince. Les grilles inclinées donnent d'excellents résultats avec les charbons de qualité ou de grosseur intermédiaires, mais elles conviennent aussi pour les houilles riches ou la briquette, brûlés en couche assez épaisse.

En France et dans la plupart des pays de l'Europe continentale, on dispose à l'avant de la grille une partie mobile appelée *jette-feu* qui peut osciller autour d'un axe horizontal et que le mécanicien peut abaisser à l'aide d'un mouvement à vis (fig. 757, 758). Le but de cet appareil est de faciliter le décrassage et l'enlèvement des mâchefers que l'on doit autrement faire passer par la porte du foyer ou dont on se débarrasse en faisant sauter quelques barreaux de grille, mais ce n'est pas là une opération qui puisse s'effectuer aisément pendant un court arrêt.

Les barreaux du jette-feu sont disposés en long ou en travers. La manœuvre est commandée directement ou par l'intermédiaire de renvois de mouvement par une vis sans fin sur laquelle on peut agir au moyen d'un volant placé soit sur le côté de la boîte à feu, soit à l'arrière de celle-ci.

Ces appareils ne sont jamais usités sur les machines anglaises et américaines. On ne les retrouve pas non plus sur toutes les locomotives françaises. Ainsi la plupart des anciennes machines de la Compagnie de l'*Ouest*, les locomotives de banlieue et plusieurs autres de la Compagnie de l'*Est* n'en comportent pas (fig. 756).

Le rapport de la surface des vides de la grille à la surface totale de grille est ordinairement de 50 0/0 en France (*Ouest*, *P.-L.-M.*, *P.-O.*), mais il s'abaisse parfois à 40 0/0 (*Midi*). En Angleterre, où l'on emploie des combustibles différents et où l'on fait généralement usage de barreaux en fonte, on considère la proportion de 40 0/0 comme un maximum, et certains constructeurs descendent jusqu'à 25 0/0, c'est pourtant sur ces grilles que l'on brûle les plus grandes quantités de combustible par unité de temps et de surface de grille. Dans quelques régions de l'Europe continentale au contraire, on adopte des rapports plus grands qu'en France, soit de 60 à 70 0/0.

Les barreaux larges et espacés conviennent surtout pour les combustibles collants et sujets à encrasser les grilles. Quand l'écartement des barreaux est peu considérable, l'encrassement peut se produire plus rapidement et le nettoyage est plus difficile. Les barreaux minces ont d'autre part l'avantage

d'être moins exposés à se brûler parce que leurs surfaces, léchées par l'air

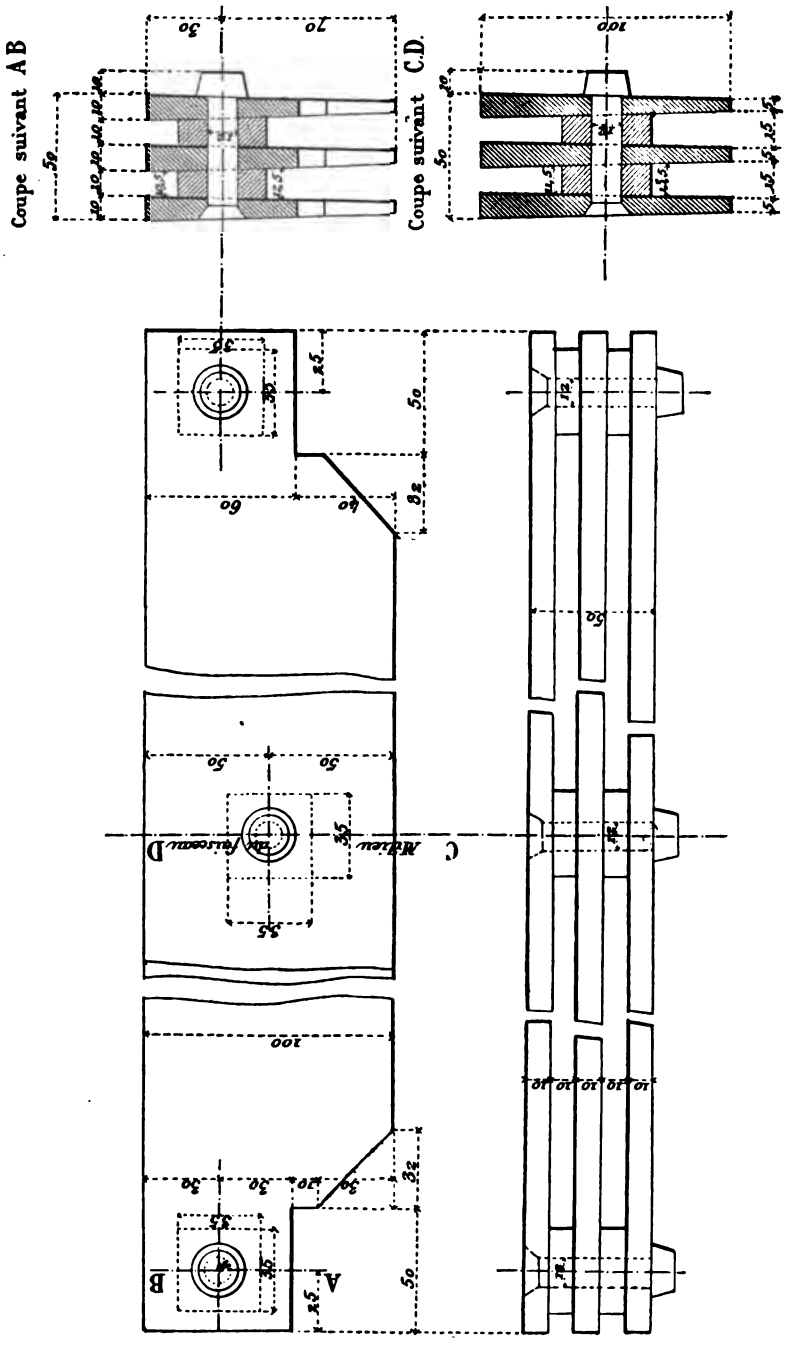


Fig. 760. — Types de barreaux de grille en fer (*Ouest*).

froid arrivant sous la grille, se trouvant plus rapprochées et plus étendues, leur température est, toutes choses égales d'ailleurs, moins considérable.

Les Compagnies de l'*Ouest* et de *P.-L.-M.* emploient des barreaux en fer

ayant en haut une largeur de 10 mm. La Compagnie de l'*Est* emploie des barreaux en fer ayant 20 mm. de largeur en haut pour les machines brûlant un combustible en gros fragments et 9 mm. pour les machines brûlant des menus.

La Compagnie du *Nord* applique à plusieurs séries de ses machines des barreaux appartenant au type représenté figure 759.

Les barreaux de grille se font en fonte ou en fer ; mais quand ils sont très minces, on les fait toujours en fer. Les barreaux en fer sont assemblés par paquets de deux ou plus maintenus à l'écartement par des parties venues de forge ou par des têtes de rivets.

La longueur des barreaux est très variable ; quand les barreaux sont en fer, cette longueur est ordinairement comprise entre 0,50 m. et 0,60 m., mais ces chiffres n'ont rien d'absolu et souvent l'on va plus loin. Les barreaux en fonte se font ordinairement beaucoup plus longs.

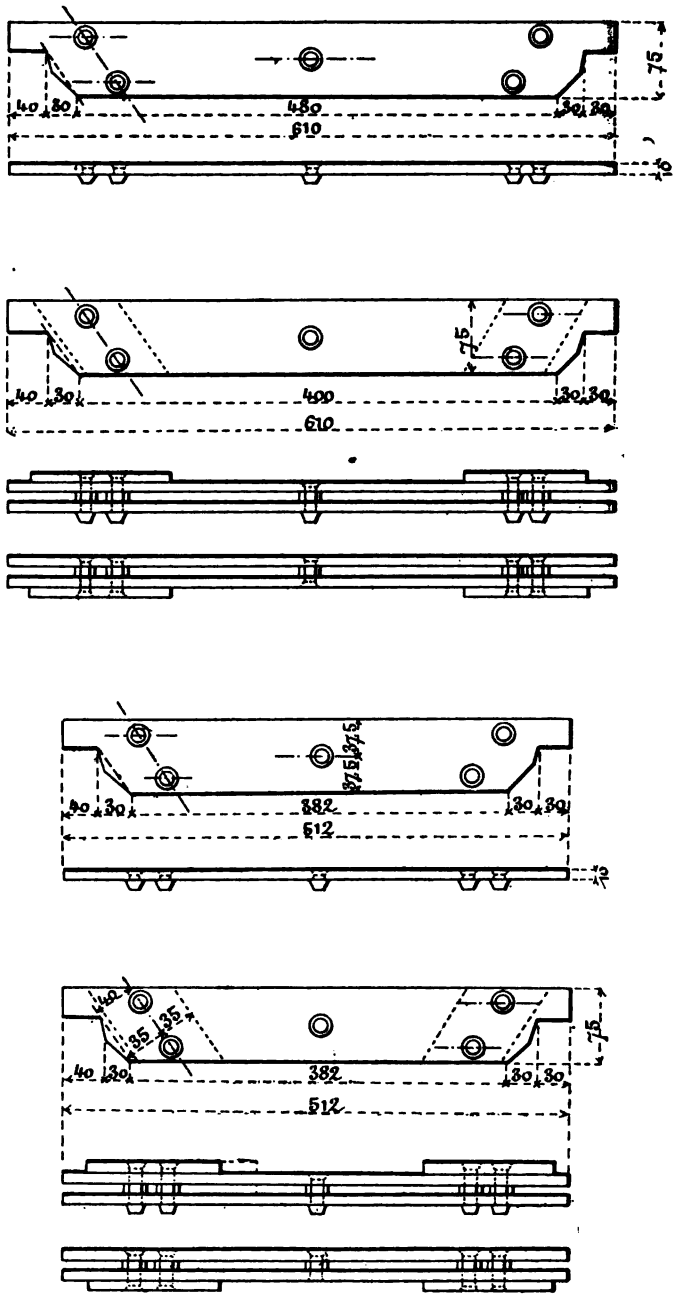


Fig. 761. — Barreaux de grille (fer), des locomotives (série C-21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

Les barreaux de grille sont supportés par des sommiers transversaux en fer, eux-mêmes maintenus par des taquets en fer boulonnés ou rivés sur le dessous du cadre du foyer. En France on préfère en général sectionner les

grilles, dans leur longueur, en deux, trois ou quatre fractions suivant la longueur des foyers et disposer par conséquent autant de files de barreaux supportés par des sommiers placés aux extrémités et aux points intermédiaires. On en trouvera des exemples figures 756 à 758. En Angleterre on subdivise au contraire les grilles aussi peu que possible ; on n'emploie jamais plus de deux files de barreaux et le plus souvent on n'en place qu'une. Dans ce dernier cas, les barreaux ne reposent pas, comme chez nous, par leur extrémités sur les sommiers. Ceux-ci sont placés à environ un quart de leur longueur de chaque côté (fig. 310).

A la Compagnie d'*Orléans*, dans les foyers Ten Brinck, on ne place, si l'on excepte le jette-feu, qu'une seule file de barreaux (fig. 371). Afin d'augmenter

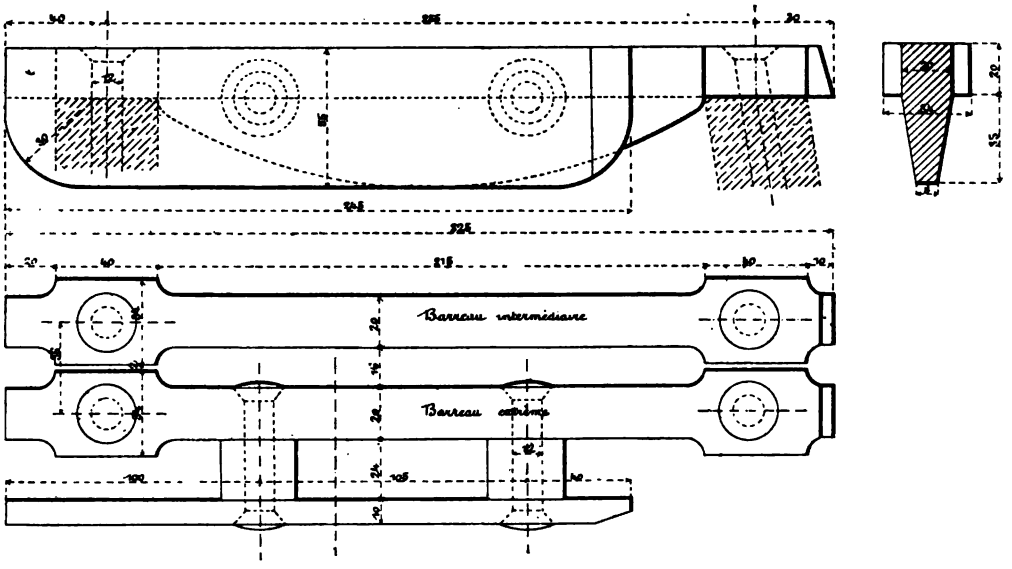


Fig. 762. — Barreaux de la grille mobile (jette-feu) des locomotives (série C-21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

la section de passage d'air vers l'avant, dans la région où l'activité de la combustion est la plus grande, on place, dans le plan horizontal, les barreaux de grille en éventail (fig. 255).

Aux États-Unis, on brûle souvent les anthracites sur des grilles composées de tubes communiquant avec les lames d'eau du foyer, espacés de 150 mm. environ, et entre lesquels on dispose des barreaux de grille ordinaires (fig. 767). Cette disposition a pour objet de refroidir les grilles pour éviter l'adhérence des scories fusibles et de faciliter la circulation autour du foyer.

Des grilles de ce genre ont été récemment essayées en Allemagne[1] sur des machines à marchandises du type normal de 1880 afin de continuer l'em-

[1] *Organ*, 1895, Taf. XII.

ploi des charbons de Westphalie sur les lignes de la Direction de Hanovre. Ces houilles ont l'inconvénient de donner des cendres très fusibles qui collent aux barreaux des grilles ordinaires et paralysent la production en gênant le tirage. Pour le service des marchandises on ne peut employer ce combustible qu'à l'état de mélange.

Les tubes à eau, au nombre de 7, ont 50 mm. de diamètre intérieur et

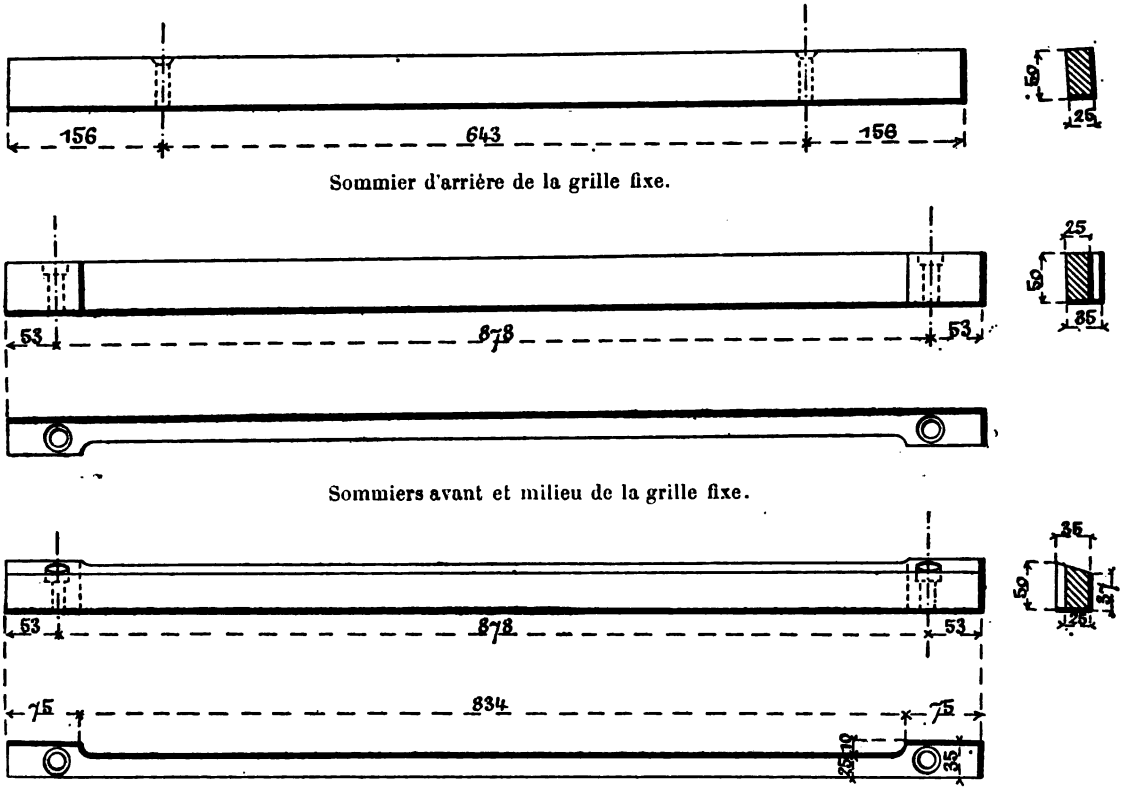
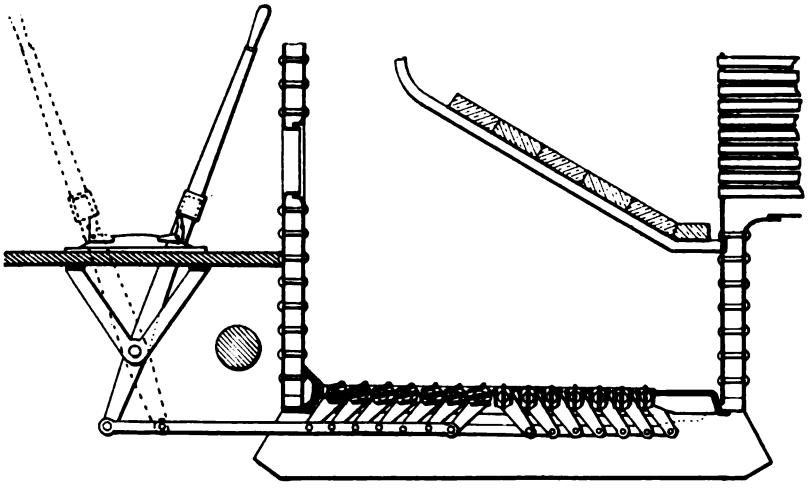


Fig. 763. — Sommiers de grille. Locomotives C-21-60 des *Chemins de fer P.-L.-M.*

5 mm. d'épaisseur (fig. 768). Ils sont vissés dans la plaque avant du foyer et serrés dans la plaque arrière au moyen de manchons en cuivre, ce qui permet à la dilatation de s'exercer sans détériorer les tubes ni les plaques. En face de chaque tube, on pratique un trou de lavage fermé par un bouchon dans une des faces de l'enveloppe de foyer. Entre chaque groupe de deux tubes est un barreau de grille en fer plat dont la face supérieure est placée 20 mm. plus bas que la génératrice supérieure des tubes ; les barreaux sont ainsi protégés. Dans les chaudières neuves on a porté le nombre des tubes à huit, ce qui permet de ne mettre qu'un seul barreau de grille au lieu de trois contre les parois latérales du foyer.

Ce dispositif est, paraît-il, apprécié des mécaniciens ; il permet de brûler des houilles à cendres très fusibles sans avoir recours aux mélanges. L'étanchéité des tubes s'est parfaitement maintenue ; les rares fuites qui ont été constatées avaient pour cause un nettoyage insuffisant après l'emploi d'eau d'alimentation d'un degré hydrotimétrique élevé.



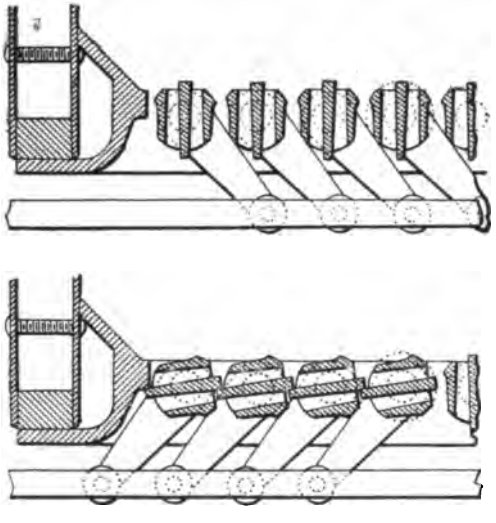


Fig. 764. — Grille à secousse, système Forney.

Toutes les machines américaines qui ne sont pas destinées à brûler des charbons très maigres et de l'anthracite comportent des grilles oscillantes ou à secousses appartenant à divers systèmes dont le principe est identique. Elles ont pour but d'éviter l'encrassement des grilles avec les houilles grasses ou demi-grasses. On en trouvera des types répandus figures 764 à 766. Ces grilles paraissent donner de bons résultats et faciliter le travail du chauffeur ; quand elles sont bien disposées et ventilées, elles ont une grande durée et leur entretien est peu coûteux, mais elles sont compliquées et lourdes.

Ces grilles (fig. 765, 766) se composent le plus souvent d'un certain nombre d'éléments en fonte (de 6 à 14 suivant la longueur du foyer) ayant en plan la forme d'un peigne, disposés en travers, et pouvant tourner autour de leur axe horizontal. Les barreaux fermés par les dents de ces peignes pénètrent réciproquement dans les vides laissés par l'élément voisin, de

manière à constituer une surface plane, sur laquelle se pose le charbon, comportant les vides nécessaires pour la combustion. Les tourillons des éléments reposent sur un cadre en fonte boulonné à l'intérieur de la boîte à feu, à la partie basse. Chaque élément comporte en outre un bras, venu de fonte, qui descend verticalement au-dessous du plan de la grille. Ces bras, terminés chacun par un œil, sont reliés à une bielle commune qui vient s'articuler à la partie inférieure d'un levier placé sur la plate-forme à la main du

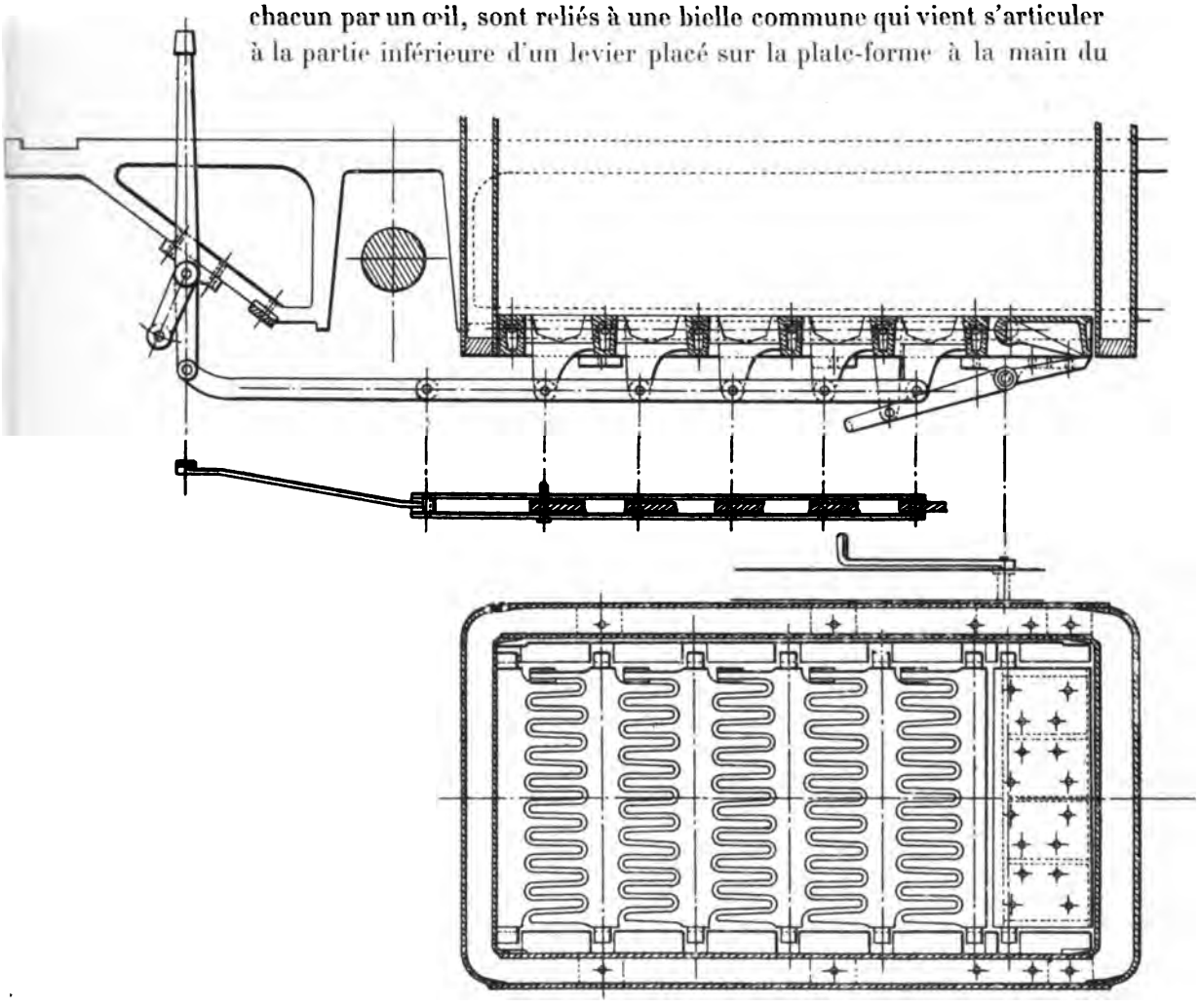


Fig. 765. — Grille à secousse américaine. Type à peigne.

chauffeur. Celui-ci peut, en communiquant au levier un mouvement de va-et-vient, effectuer une sorte de ringardage très violent du feu, détacher les mâchefers et les briser. Le tout est maintenu normalement en place, dans les périodes intermédiaires aux différents ringardages, à l'aide d'une cheville traversant le levier de manœuvre et un secteur fixe.

Au lieu des éléments en forme de peigne dont nous avons parlé, qui sont

les plus usités et les plus effectifs pour produire l'écrasement des mâchefers, on adopte souvent des portions de grille ordinaires disposées parallèlement et pouvant aussi tourner autour de leur axe horizontal.

Dans la grille Forney (fig. 764) les barreaux peuvent, en pivotant de 90° environ, fermer complètement l'accès de l'air, que l'on peut ainsi régler en

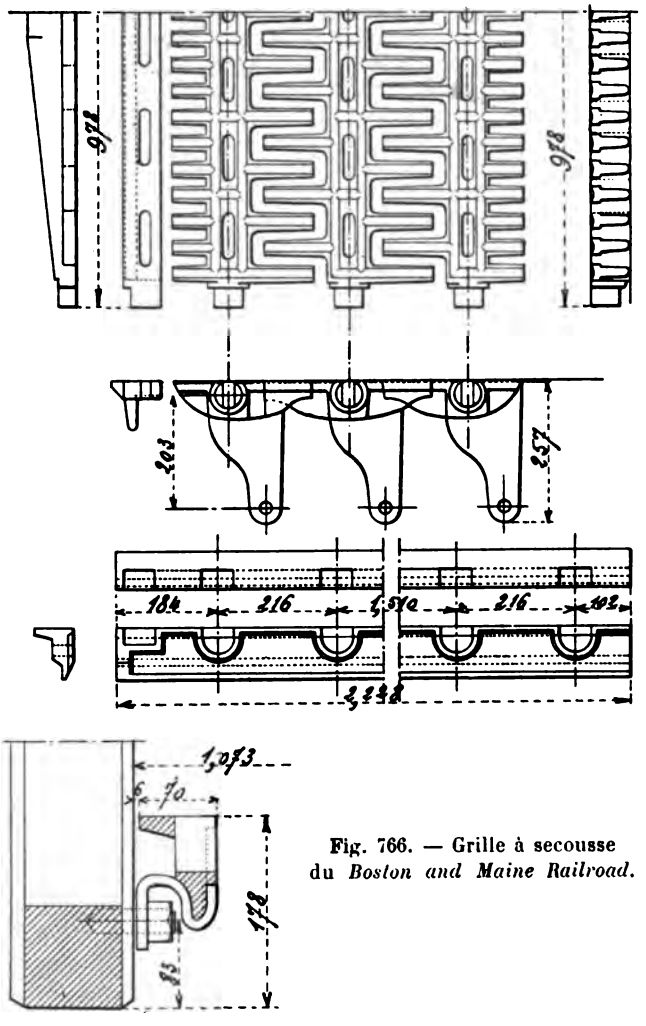


Fig. 766. — Grille à secousse du *Boston and Maine Railroad.*

fonction du travail de la locomotive, concurremment avec l'échappement. La section des entrées ménagées entre les éléments de la grille est normalement égale à celle des entrées pratiquées dans les éléments eux-mêmes, et les barreaux sont inscrits dans un cylindre décrit de leur axe d'oscillation, de manière que les intervalles n'aient pas de tendance à s'engorger, leur largeur restant à peu près invariable lors des oscillations de la grille. Chacun des barreaux est relié par un bras à une tringle à levier qu'on actionne par

une rallonge. Des trous percés dans les leviers permettent de solidariser plusieurs barreaux en un seul groupe au moyen de chevilles.

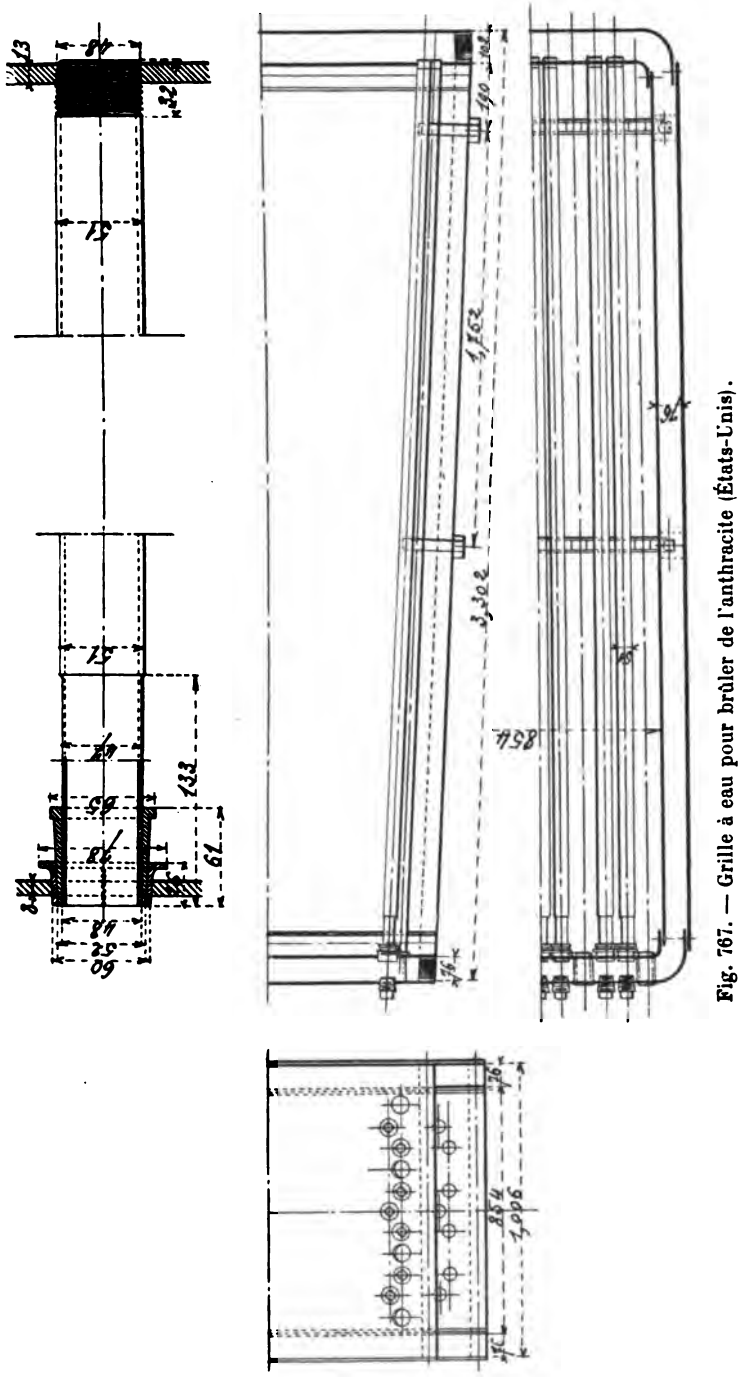


Fig. 767. — Grille à eau pour brûler de l'anthracite (États-Unis).

326. Cendrier. — Les anciennes locomotives ne comportaient pas de cen-

drier ; cet organe a surtout été adopté dans la suite pour empêcher la projection des escarbilles sur la voie ; il se composait alors de trois ou quatre tôles verticales formant une sorte d'écran autour de la grille, sous le cadre. Beau-

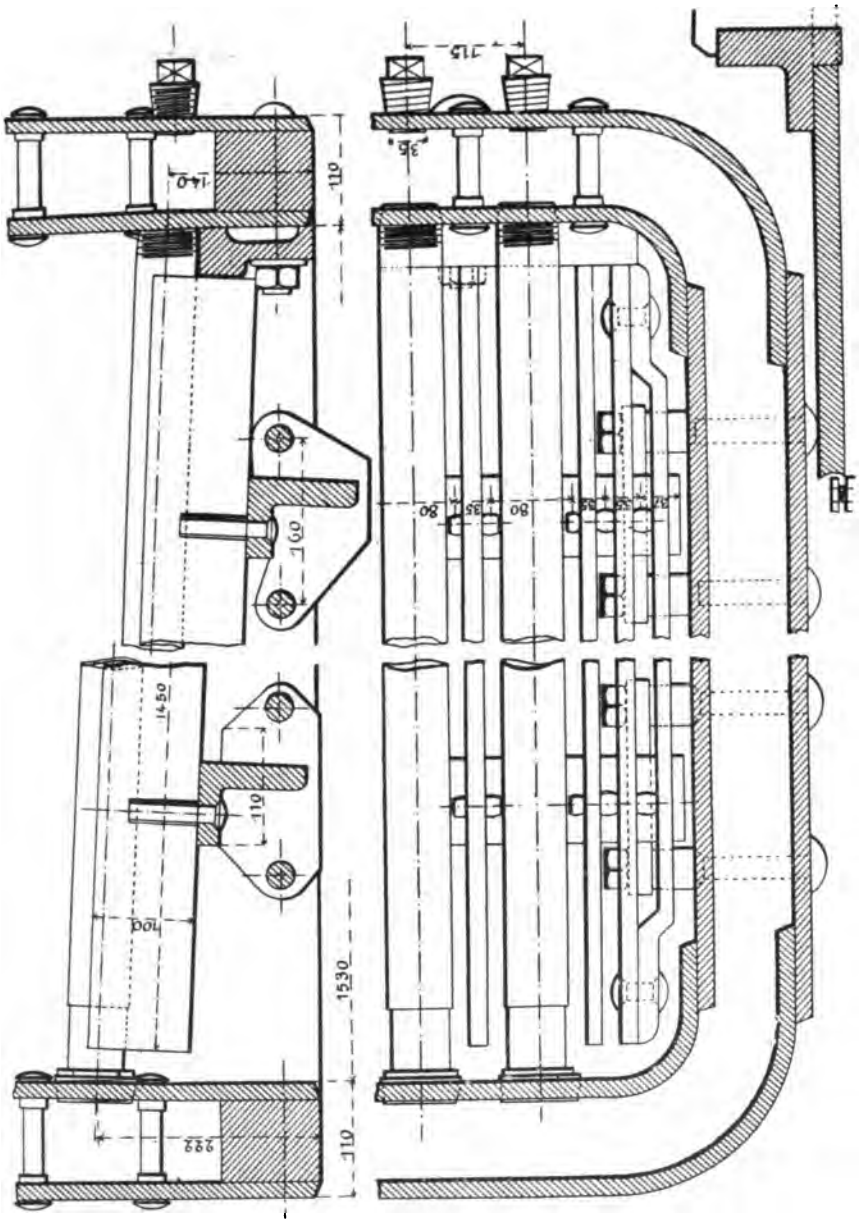


Fig. 768. — Grille à eau expérimentée sur des locomotives de l'*État prussien*.

coup de locomotives à marchandises, en France, sont encore munies d'un cendrier aussi rudimentaire. En général, les machines modernes comportent un cendrier complet servant aussi à modérer, régler ou même supprimer le tirage pendant les stationnements, grâce aux portes dont il est muni. L'ins-

tallation de ces portes permet de supprimer le capuchon de la cheminée ser-

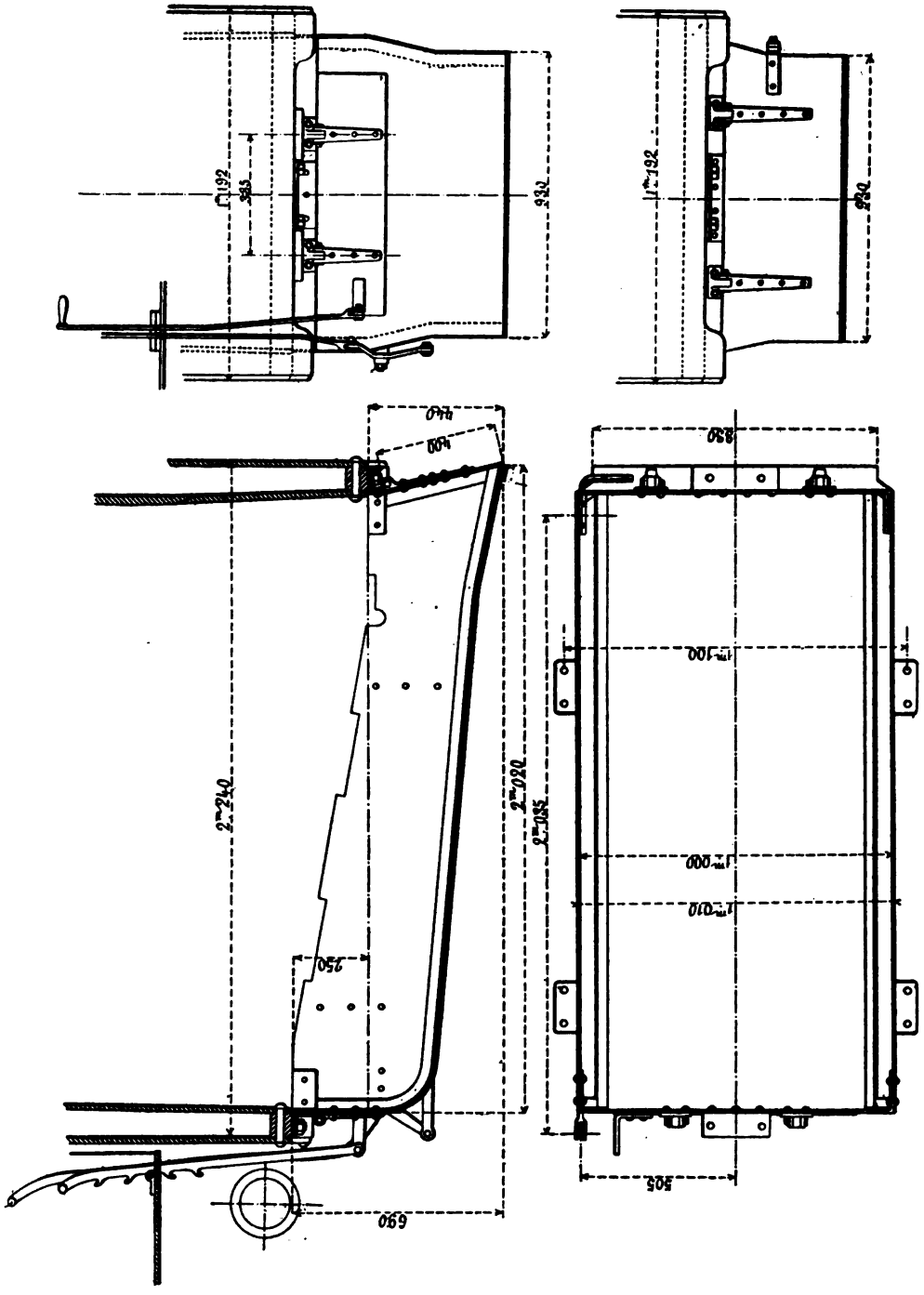


Fig. 769. — Cendrier des locomotives compound à grande vitesse (série 2 121-2 157) du *Chemin de fer du Nord*.

vant, pendant les longs stationnements, dans les locomotives à cendriers ouverts, à supprimer le tirage.

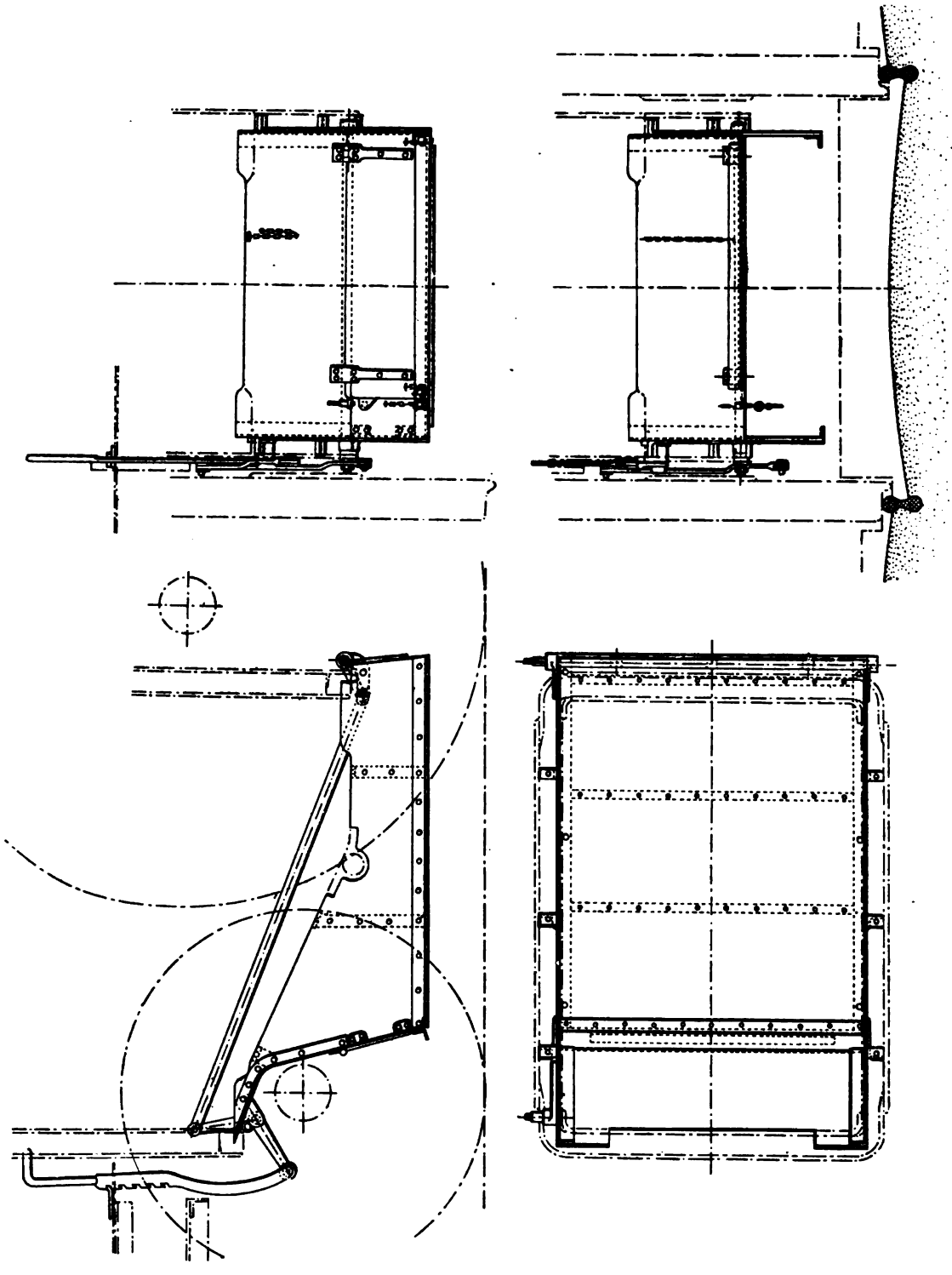


Fig. 770. — Cendrier avec fond facilement démontable en cas de neige (*Chemin de fer de Paris à Orléans*).

Le cendrier le plus simple (fig. 756, 769) se compose d'une boîte en tôle mince, rectangulaire, fixée par des tasseaux démontables au cadre du foyer et ouverte à sa partie supérieure qui regarde la grille. Il reçoit les escarbilles qui retombent de cette dernière ; on les en extrait pendant les stationnements et dans les dépôts. Il comporte à l'avant et l'arrière une porte pleine rectangulaire pouvant fermer hermétiquement, occupant presque toute la largeur et toute la hauteur et dont le mécanicien peut régler l'ouverture à l'aide de tringles de commande qui aboutissent sur la plate-forme. On ouvre généralement la porte qui est tournée du côté de la marche. Il est rare qu'il

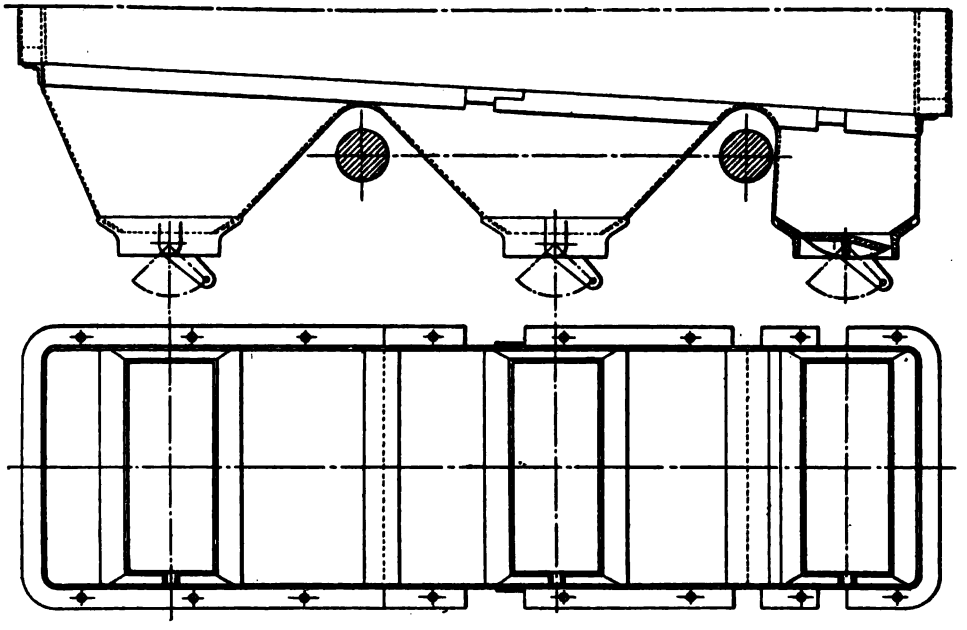


Fig. 771. — Cendrier d'une locomotive américaine, surmontant deux essieux accouplés.

soit nécessaire d'ouvrir cette porte en grand même pour la marche à toute vitesse avec un train lourd. Un mécanicien qui sait bien se servir des portes de son cendrier trouve en elles un auxiliaire fort utile pour la conduite du feu.

Certains cendriers n'ont de portes qu'à l'avant (fig. 758). Au *Brighton Ry*, M. Stroudley a au contraire supprimé la porte de l'avant, l'arrivée de l'air se faisant par l'arrière en sens contraire de la marche. Il en résulte certainement en vitesse une petite diminution de l'intensité du tirage ; mais cette disposition, selon son auteur, aurait pour avantage de mieux répartir l'activité de la combustion sur la grille ; quand la porte avant est seule ouverte, l'air tend à suivre le circuit le plus court et à passer surtout par l'avant, le long de la plaque tubulaire. La voûte en briques a d'ailleurs pour effet d'atténuer ce phénomène.

Quand un essieu passe au-dessous du foyer, la forme du cendrier se complique ; ou bien on incurve son fond pour livrer passage à cet essieu (fig. 758), ou bien ce dernier traverse un étui en tôle rivé sur les côtés du cendrier (fig. 756) ; on ménage, au-dessus de l'essieu, un jeu suffisant pour permettre le libre déplacement de la machine sur ses ressorts. Il faut en tout cas que cet essieu soit protégé du rayonnement direct du feu ou contre le contact des escarbilles incandescentes.

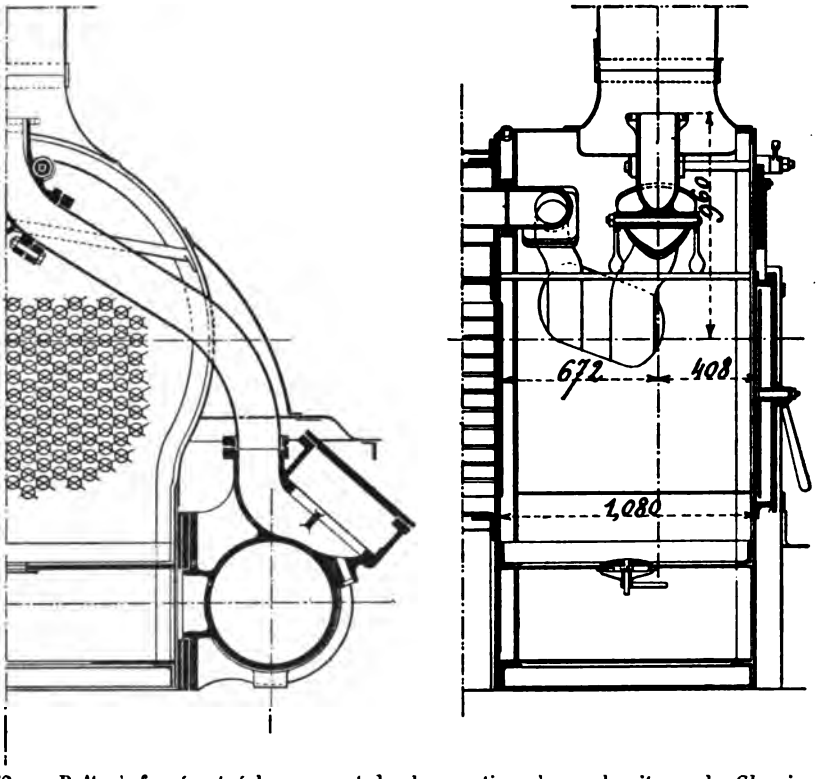


Fig. 772. — Boîte à fumée et échappement des locomotives à grande vitesse du *Chemin de fer d'Orléans*. Dans les derniers types, on a disposé une trémie de vidange à la partie inférieure.

Pour que le cendrier s'inscrive dans le gabarit, il est nécessaire que son fond ne descende guère à moins de 0,200 m. du plan supérieur des rails.

En hiver, l'amoncellement des neiges sur la voie peut s'opposer à l'emploi des cendriers fermés, exposés à se remplir de neige, ce qui empêche la combustion dans le foyer.

Pour parer à cet inconvénient, il est nécessaire de construire ces cendriers de telle sorte qu'ils puissent se démonter aussi rapidement que possible, en totalité ou en partie, dès qu'on peut craindre qu'ils ne se remplissent de neige pendant la marche.

Ordinairement les cendriers se démontent complètement.

Pour rendre ce travail moins long, la Compagnie d'*Orléans* compose depuis quelques années les cendriers d'une partie supérieure fixe qui peut sans inconvénient être laissée en place, en cas de neige, et d'une partie inférieure qu'on peut démonter plus facilement que dans la disposition primitive, par suite de son poids plus faible et d'une forme spéciale donnée à ses attaches.

Dans une dernière disposition, adoptée depuis peu à la Compagnie d'*Orléans*, le travail à faire en cas d'amoncellement de neige sur la voie, pour parer aux inconvénients présentés par les cendriers fermés, consiste simplement à enlever leur fond inférieur et à relever horizontalement leurs portes d'avant et d'arrière.

Il n'est plus nécessaire avec cette disposition, qui est représentée figure 770, de démonter le mouvement de la porte d'avant et les supports qui peuvent être fixés aux parois latérales du cendrier, parce que ces parois, présentant peu de surface dans le sens de la marche, peuvent être conservées en place et passent facilement au travers de la neige en la coupant. Le fond de ce cendrier repose sur les cornières rivées à la partie inférieure des parois latérales pour les raidir et il est maintenu à ces parois par six boulons clavetés dont les clavettes sont attachées par des chaînettes.

Il suffit donc, pour l'enlever, de déclaveter les six boulons, de les sortir et de soulever ce fond d'un côté, en le tirant obliquement pour le faire tomber à terre.

Cette opération peut être faite facilement, par le mécanicien et le chauffeur, au moment de quitter le dépôt, ou bien encore pendant un court arrêt du train lorsqu'ils rencontrent en marche une hauteur de neige imprévue et trop grande pour passer sans que la neige remplisse le cendrier.

Les cendriers des locomotives de l'*Etat hongrois* ont des fonds formés de persiennes contiguës pouvant tourner autour d'axes horizontaux disposés transversalement et réunies par de petites bielles de sorte qu'on peut les actionner toutes à la fois par une seule commande. Quand ces persiennes sont jointes, le cendrier est clos et ne se distingue pas des appareils ordinaires. Quand elles sont ouvertes, le fond est pour ainsi dire supprimé sur toute sa longueur, ce qui permet une vidange facile et rapide des escarbilles. On ne peut reprocher à ce système que sa complication et l'étanchéité insuffisante qu'il possède lorsque, après quelque temps de service, les persiennes se sont légèrement voilées ou si des escarbilles s'interposent entre les joints.

327. Boîte à fumée et échappement. — Nous avons examiné plus haut la boîte à fumée au point de vue de son mode de construction, il nous reste à l'envisager sous le rapport de ses dispositions générales et de celles des appareils qu'elle contient. La boîte à fumée est un appareil très important

qu'il ne faut pas reléguer au rang de simple accessoire et dont les propor-

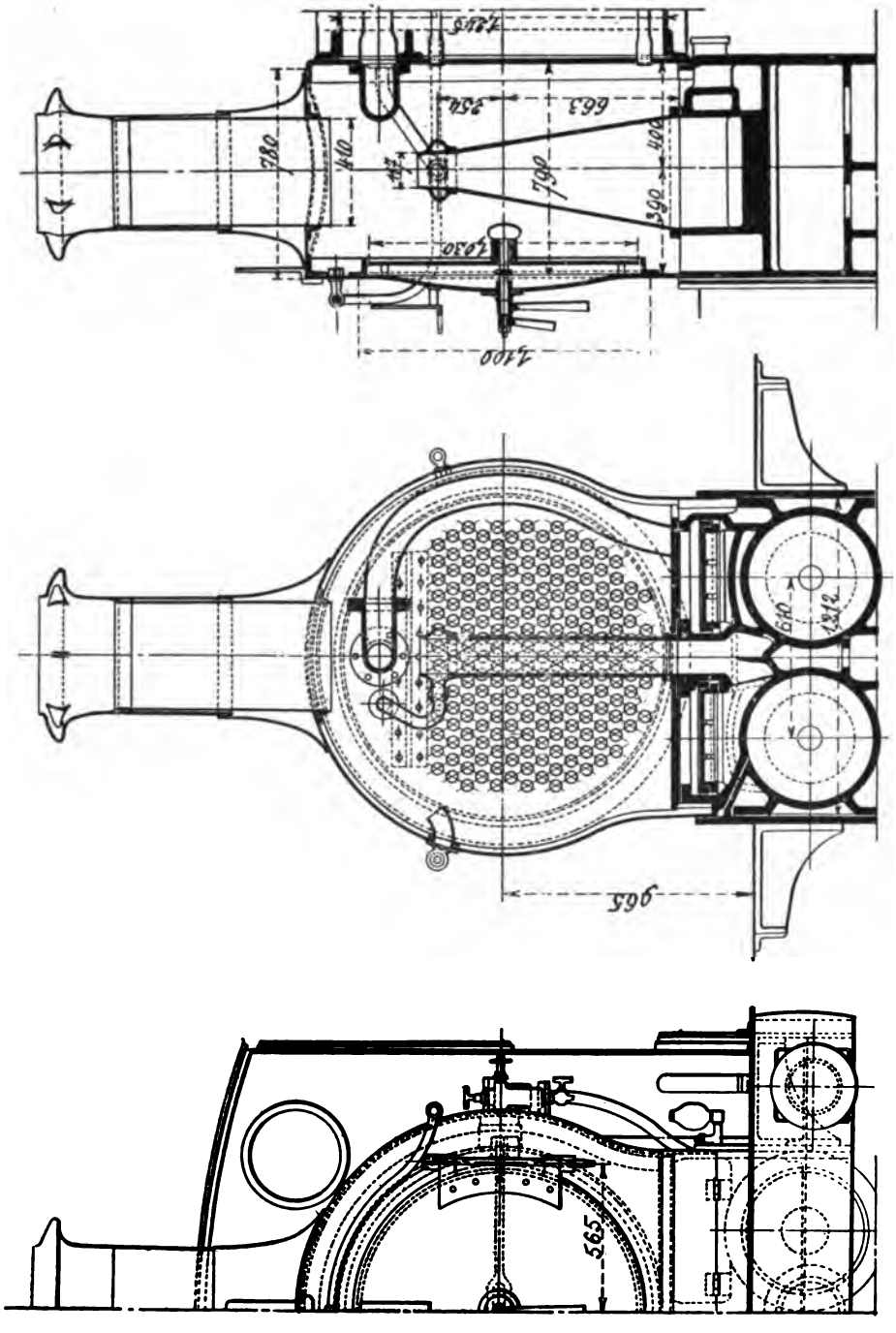


Fig. 773. — Boîte à fumée et échappement des locomotives à quatre roues accouplées du *Midland Railway*.

tions et la disposition ont une action très marquée sur le fonctionnement et l'utilisation pratique.

Nous avons vu que, en ce qui concerne leur mode de construction et leur disposition extérieure, les boîtes à fumée se divisaient en deux types principaux.

Dans le premier (fig. 776 à 782), l'enveloppe de la boîte à fumée, cylindrique, est formée par le prolongement de la virole avant de la chaudière, ou mieux par une tôle plus mince, de 8 à 10 mm., rivée sur l'arrière, à la partie antérieure de la virole avant, soit directement, soit avec interposition d'un anneau en fer forgé qui augmente le diamètre de la boîte à fumée.

Dans le second type (fig. 772, 773), l'enveloppe de la boîte à fumée, en saillie sur le corps cylindrique, n'est arrondie que latéralement et à la partie haute ; elle se prolonge vers le bas et forme au-dessous des derniers tubes un espace rectangulaire assez considérable où les escarbilles peuvent s'amasser sans venir obstruer ces tubes. C'est là le principal avantage de ce système à peu près uniquement répandu en Angleterre, mais auquel on préfère partout ailleurs, sauf à la Compagnie d'*Orléans*, la boîte à fumée du premier type, un peu plus simple de construction, et permettant une attache facile de la chaudière sur ses supports à l'avant.

La boîte à fumée a pour but[1] :

1° De servir de réceptacle aux produits de la combustion sortant des tubes et de mettre ceux-ci en communication avec la cheminée où l'appel de l'échappement détermine le tirage ;

2° De recueillir la plus grande quantité possible d'escarbilles afin d'éviter la projection de celles-ci au dehors, et de faciliter leur extraction ;

3° De renfermer certains organes qui doivent être préservés du refroidissement extérieur ou dissimulés à la vue, tels que les tuyaux de vapeur, les éjecteurs des freins à vide, etc.

Le volume de la boîte à fumée ne semble pas, d'après les expériences récentes et les nombreuses indications de la pratique, avoir une influence marquée sur l'activité du tirage. Tout au plus, les boîtes à fumée très volumineuses ont-elles une tendance, peu accusée d'ailleurs, à réduire l'action isolée de chaque coup d'échappement et à régulariser un peu le tirage en réduisant la variation des dépressions. Dans les limites actuelles, l'accroissement de volume de la boîte aurait donc plutôt, au point de vue du tirage, une action favorable, ce qui permet d'y avoir recours pour assurer d'autre part certaines conditions pratiques. Les boîtes à fumée trop petites, surtout si elles sont cylindriques, leur génératrice supérieure correspondant à celle de la tonne de la chaudière, ont le grave inconvénient de se remplir rapidement d'escarbilles qui viennent boucher au bout de peu de temps de marche plusieurs rangées inférieures de tubes, ce qui réduit la capacité de la

[1] Elle sert aussi, nous l'avons vu, d'attache à la chaudière sur le châssis.

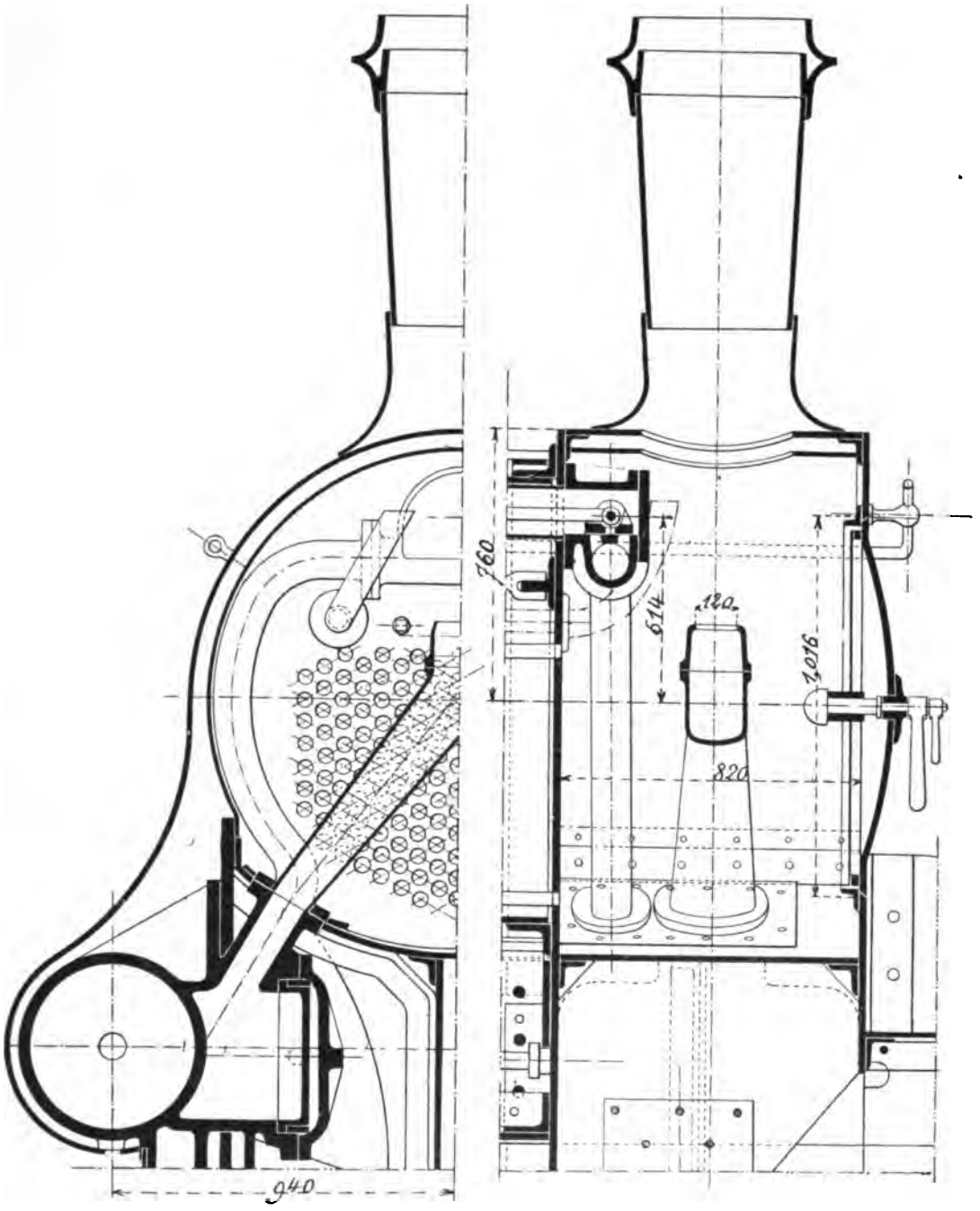


Fig. 774. — Boîte à fumée et échappement des locomotives à grande vitesse et à roues libres, à cylindres extérieurs, du *Great Northern Railway*.

chaudière. Si la porte de la boîte à fumée n'est pas parfaitement étanche, comme il arrive bien souvent avec la porte à deux vantaux, le feu peut

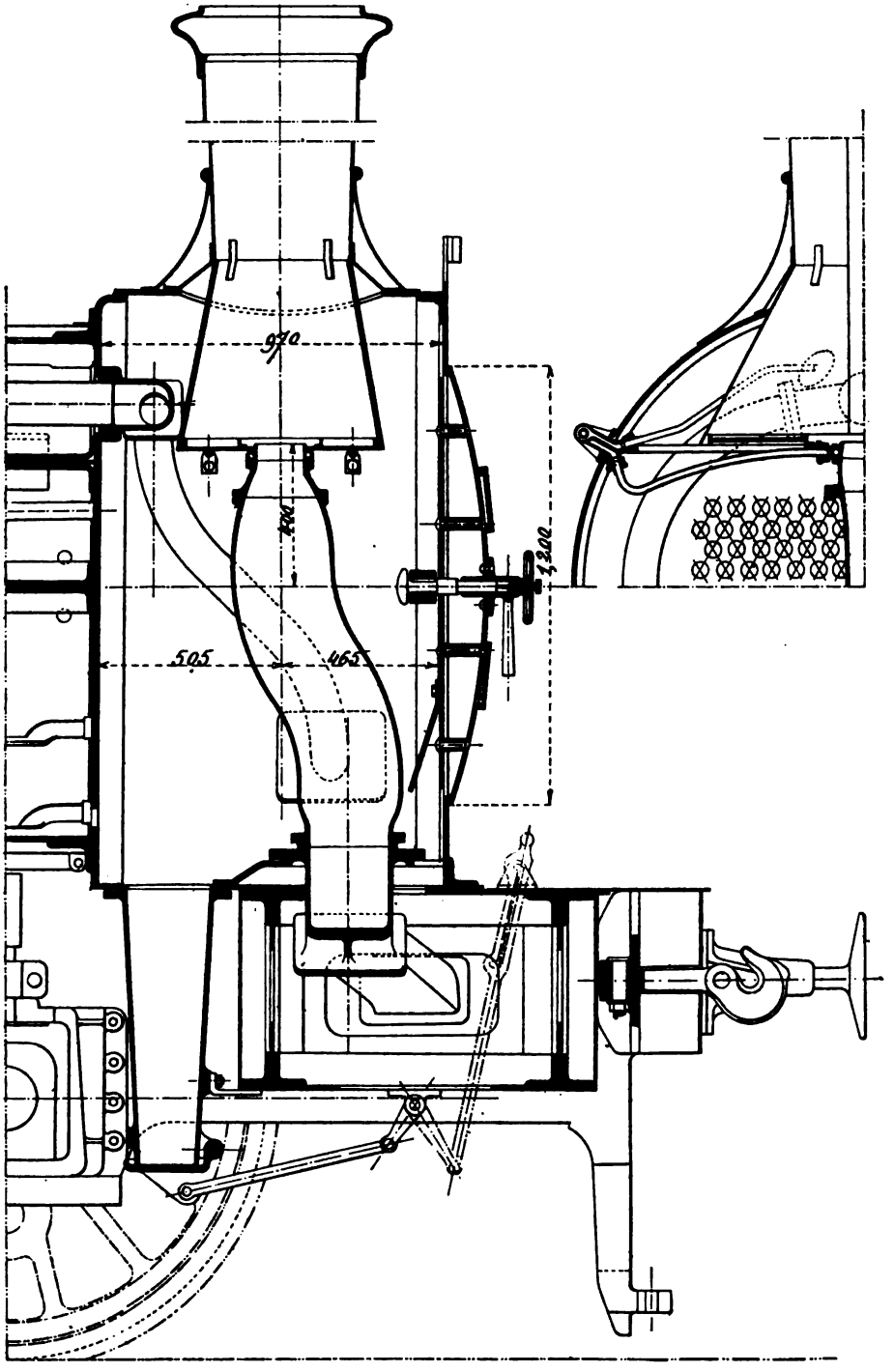


Fig. 775. — Boîte à fumée et trémie des locomotives à marchandises (série 2245 à 2269) des *Chemins de fer de l'Ouest.*

prendre dans ces escarbilles, au détriment de la conservation des tôles de la

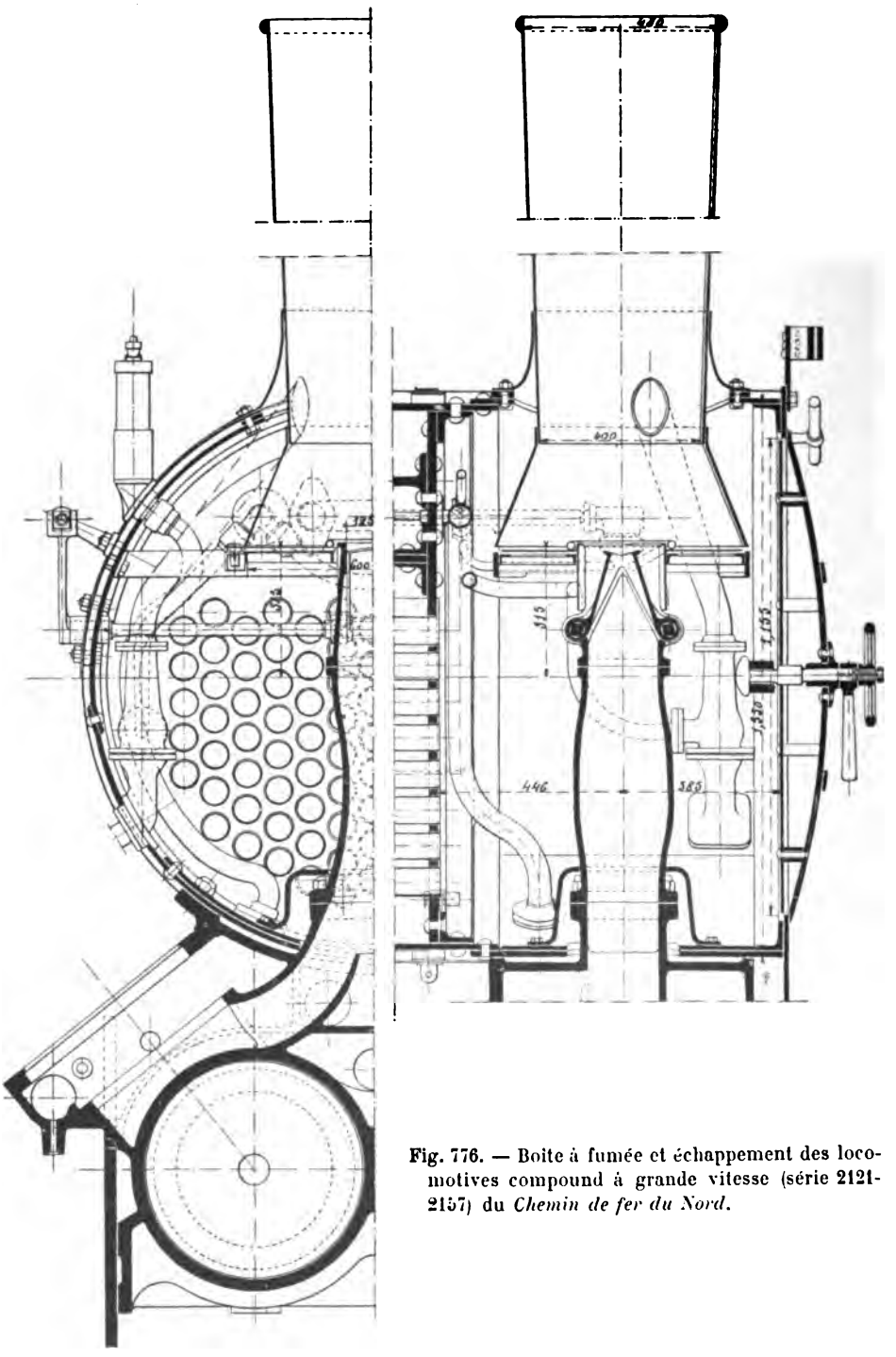


Fig. 776. — Boîte à fumée et échappement des locomotives compound à grande vitesse (série 2121-2157) du *Chemin de fer du Nord*.

boîte à fumée et de la plaque tubulaire, des joints, des peintures. C'est une marche désastreuse.

On peut remédier à cet inconvénient, soit en abaissant le fond de la boîte à fumée et en le constituant par une tôle plane placée en contre-bas des tubes, soit en allongeant la boîte à fumée vers l'avant pour accroître sa surface et diminuer, à volume égal, la hauteur de la couche d'escarbilles. La première disposition est employée avec les boîtes à fumée en saillie, elle est générale, nous le répétons, en Angleterre ; sur le continent européen, la Compagnie d'*Orléans* est à peu près la seule qui l'ait appliquée à toutes ses machines. La seconde solution est d'origine américaine, elle se répand rapidement dans le monde entier, mais pour d'autres raisons que nous donnerons plus loin.

La boîte à fumée contient généralement les tuyaux de prise de vapeur conduisant la vapeur du régulateur aux cylindres. Les seules exceptions à cette règle sont données par des locomotives de types français à régulateur Crampton ou par celles qui ont les cylindres placés vers le milieu. Ces tuyaux se branchent à la conduite centrale venant du régulateur et qui sort de la chaudière par la plaque tubulaire de la boîte à fumée, à la partie haute, au moyen d'une culotte à deux branches (fig. 774, 775). Dans beaucoup de locomotives anglaises, pour simplifier la disposition générale et moins encombrer la boîte à fumée, on ne place qu'un seul tuyau de vapeur, commun aux deux cylindres (fig. 773) ; mais il faut, avec cet arrangement, que ceux-ci soient intérieurs. Les tuyaux de vapeur doivent être disposés de manière à ne pas masquer les tubes de la chaudière ni gêner leur nettoyage. On les place aussi près que possible de l'enveloppe de la boîte à fumée qu'ils contournent.

Tuyaux d'échappement. Répartition du tirage. — La portion du ou des tuyaux d'échappement qui sont placés dans la boîte à fumée doit être disposée de manière à masquer le moins possible le faisceau tubulaire et à ne pas gêner pour son nettoyage. Quand les cylindres sont intérieurs, il n'y a ordinairement qu'une seule colonne d'échappement placée dans le plan vertical médian (fig. 773 ; 775 ; 776, etc.) ; cette colonne, pour satisfaire au desideratum énoncé plus haut, est aplatie dans le sens transveral afin de présenter une largeur assez peu considérable pour que l'on puisse passer des tringles flexibles dans les tubes placés derrière elle. On l'élargit au contraire dans le sens longitudinal, comme on le voit figure 775, pour conserver une section constante en tous points de cette colonne.

Quand les cylindres sont extérieurs, les dispositions offrent plus de variété. Dans la disposition répandue en France (fig. 772, 780), le tuyau d'échappement de chaque côté est extérieur sur presque toute sa longueur et ne pénètre dans la boîte à fumée qu'au-dessus des tubes, ce qui dégage entièrement ceux-ci et facilite leur tringlage. Les deux tuyaux d'échappement, droite et gauche, se réunissent dans une tuyère commune très courte. Cette

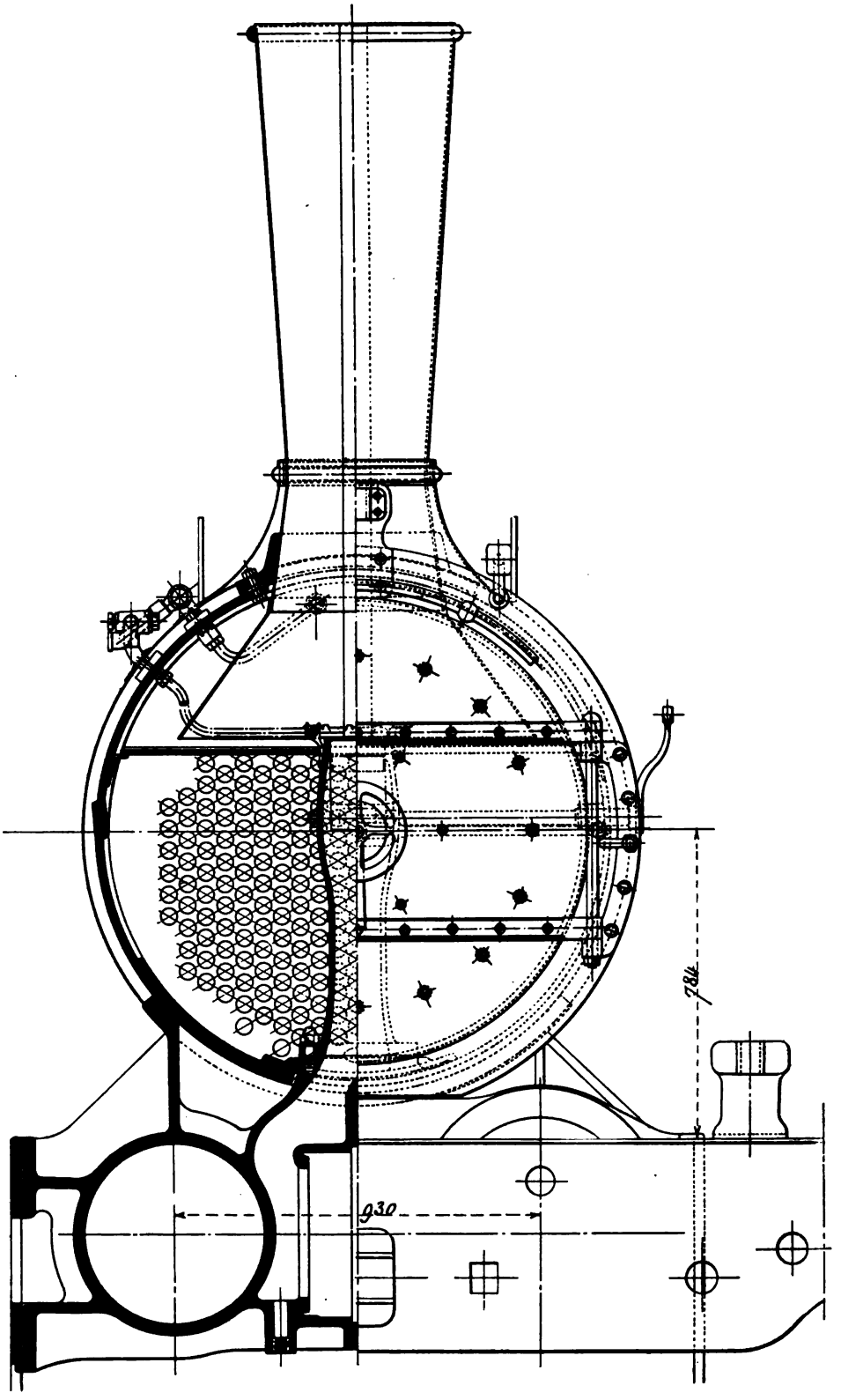


Fig. 777. — Boîte à fumée et échappement des locomotives de banlieue (série 729-742) des *Chemins de fer de l'Est*. (Demi-coupe et élévation transversale.)

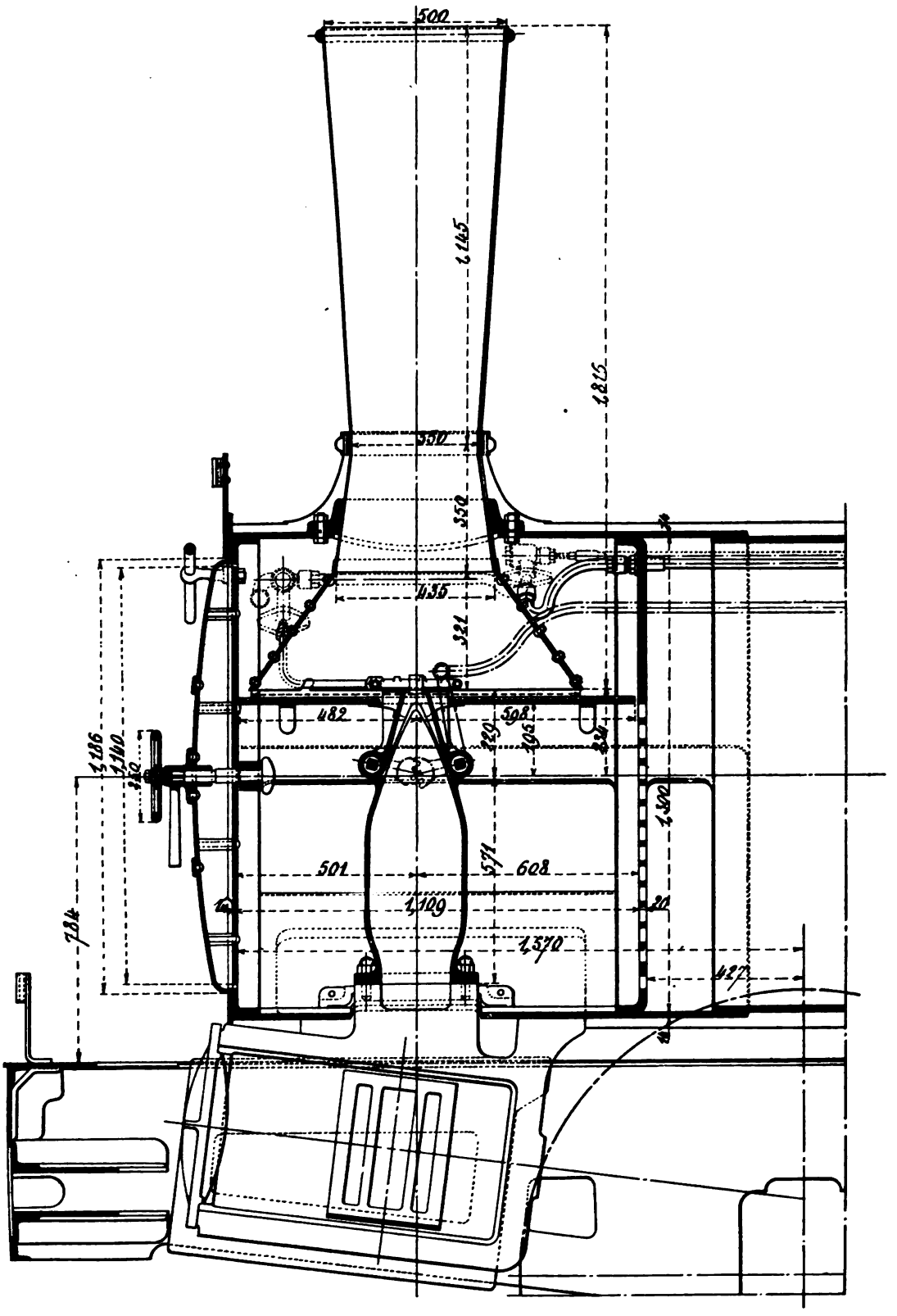


Fig. 778. — Boîte à fumée et échappement des locomotives de banlieue (série 729-742) des *Chemins de fer de l'Est*. (Coupe longitudinale.)

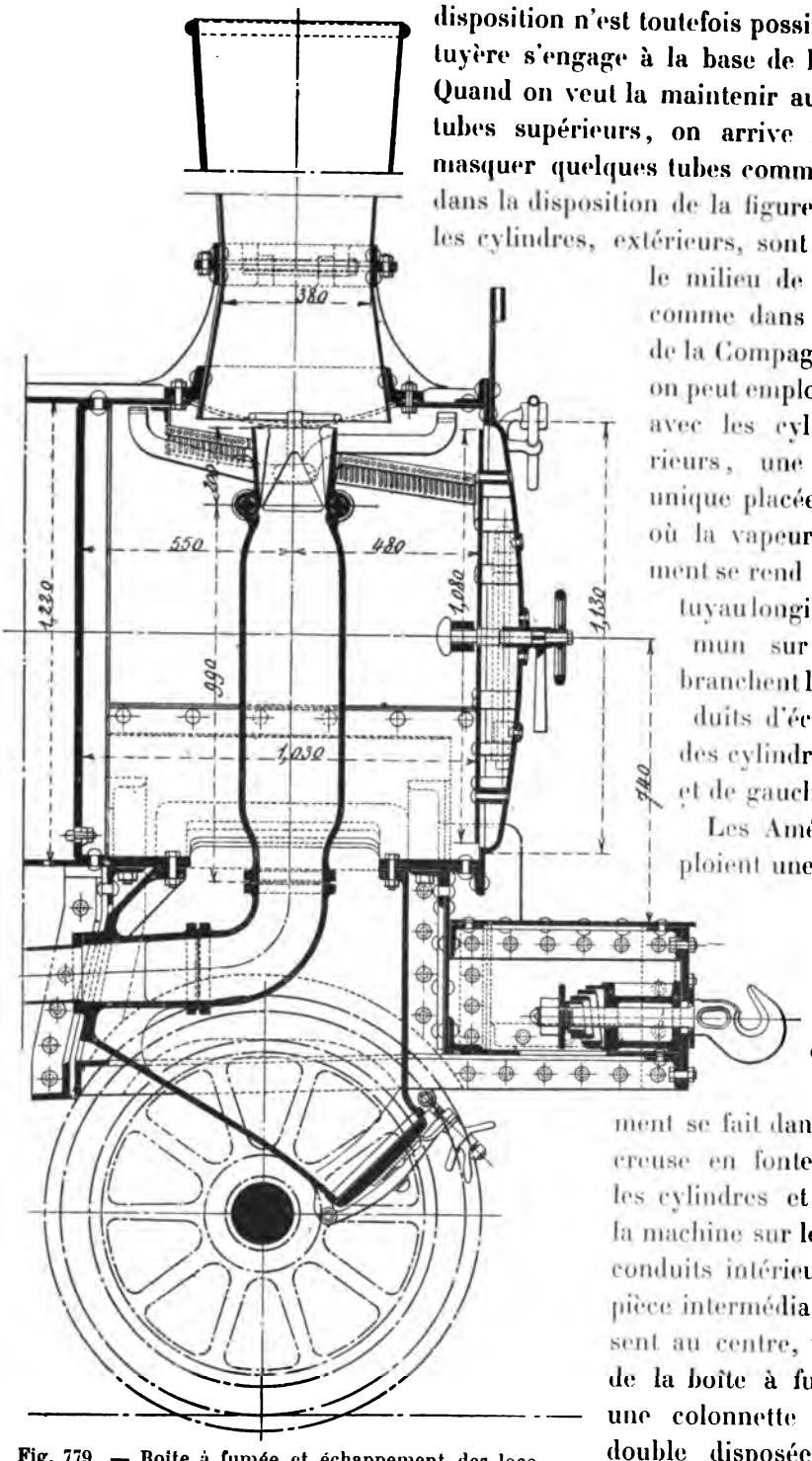


Fig. 779. — Boite à fumée et échappement des locomotives à grande vitesse (type 800) des *Chemins de fer de l'Est*, et trémie appliquée à quelques-unes de ces machines.

disposition n'est toutefois possible que si la tuyère s'engage à la base de la cheminée. Quand on veut la maintenir au niveau des tubes supérieurs, on arrive forcément à masquer quelques tubes comme on le voit dans la disposition de la figure 774. Quand les cylindres, extérieurs, sont situés vers le milieu de la machine comme dans les express de la Compagnie de l'*Est*, on peut employer, comme avec les cylindres intérieurs, une colonnette unique placée dans l'axe, où la vapeur d'échappement se rend à l'aide d'un tuyau longitudinal commun sur lequel se branchent les deux conduits d'échappement des cylindres de droite et de gauche (fig. 779).

Les Américains emploient une disposition particulière dont nous avons parlé à propos des cylindres.

L'échappement se fait dans une pièce creuse en fonte réunissant les cylindres et supportant la machine sur le truck ; les conduits intérieurs de cette pièce intermédiaire aboutissent au centre, vers le bas de la boîte à fumée, dans une colonnette simple ou double disposée verticalement (fig. 785).

La colonne d'échappement placée à l'intérieur de la boîte à fumée est toujours en fonte; les tuyaux d'échappement, extérieurs à la boîte à fumée, sont ordinairement en cuivre rouge.

Le tuyau d'échappement se termine à sa partie supérieure par la tuyère, à section fixe ou variable, servant à livrer passage à la veine de vapeur dont la projection, suivant l'axe de la cheminée, détermine le tirage par

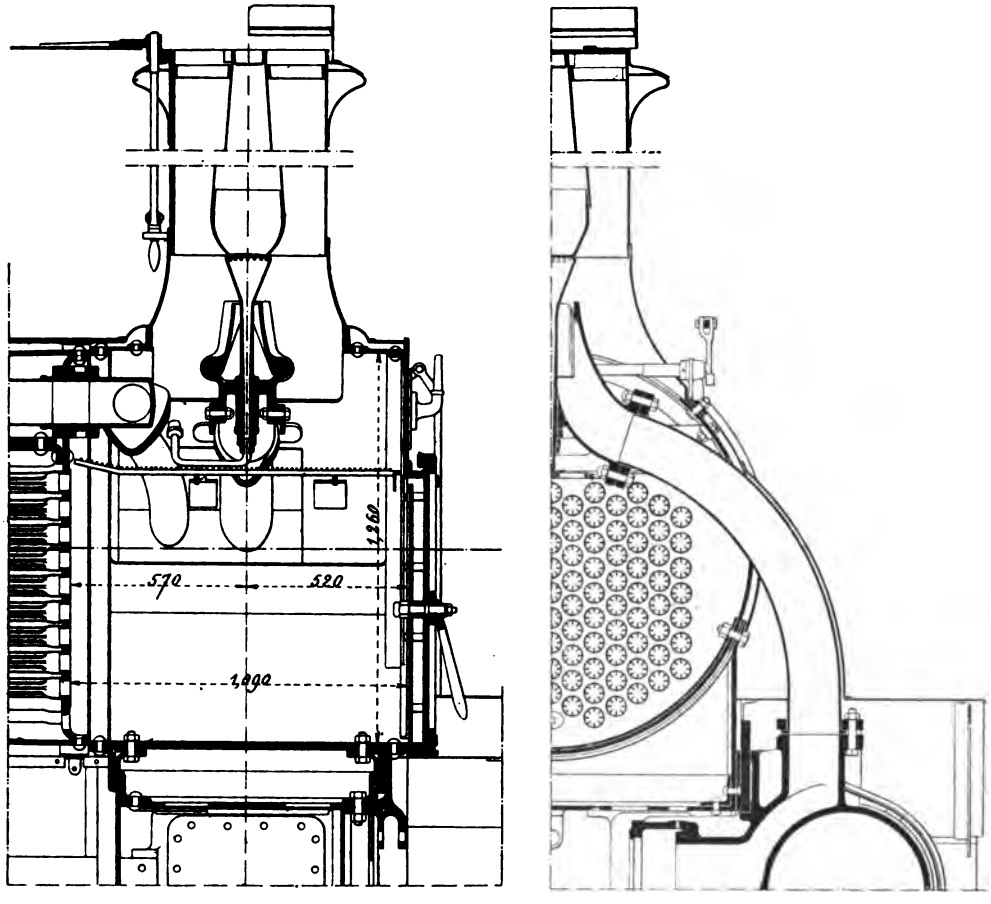


Fig. 780. — Boîte à fumée et échappement des locomotives à grande vitesse (série B-111-400) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

entraînement des gaz. Dans le sens de la hauteur, cette tuyère peut occuper toutes les positions entre le fond de la boîte à fumée et la base de la cheminée. La première disposition a été usuelle aux États-Unis pendant longtemps; la seconde, autrefois classique en France, est encore suivie par quelques administrations. La pratique a démontré que la position la plus avantageuse pour la tuyère d'échappement correspond sensiblement à la hauteur de la rangée supérieure des tubes ou, pour préciser, que le tirage était plus actif, pour un

poids donné de vapeur s'écoulant par unité de temps à travers la tuyère, et

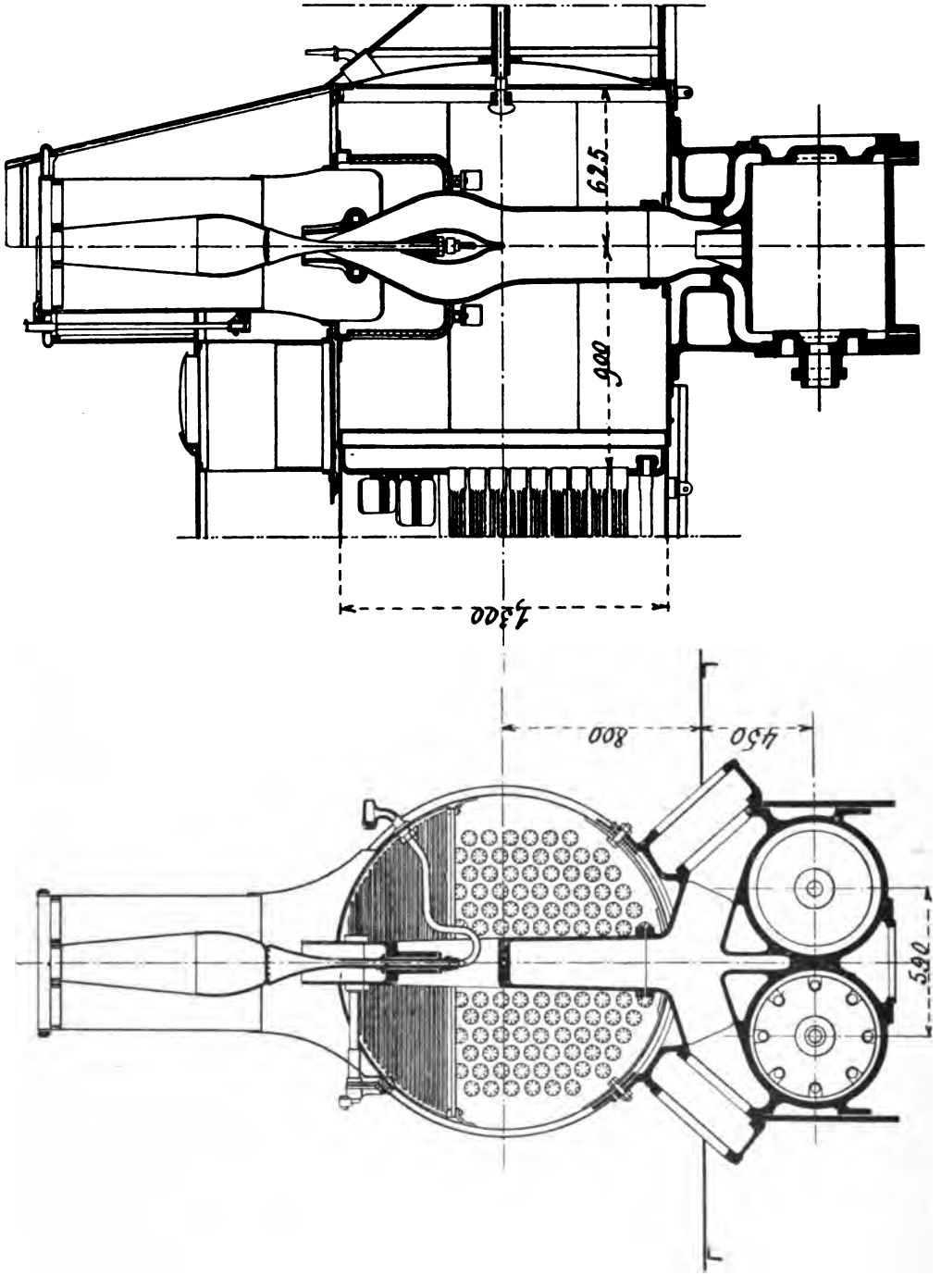


Fig. 781. — Boîte à fumée et échappement des locomotives compound à grande vitesse (série C-21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

se répartissait mieux sur toute la surface de la section du faisceau tubulaire, quand le haut de la tuyère d'échappement se trouvait placé à quelques centi-

mètres au-dessus du plan tangent aux tubes de la rangée supérieure. Cette disposition a toujours été usuelle en Angleterre ; elle se répand rapidement et toutes les administrations, en Europe comme en Amérique, y viennent peu à peu. On doit considérer que, dans un avenir peu éloigné cette pratique sera générale. On a cependant pu, grâce à quelques artifices particuliers, s'éloigner de cette disposition en obtenant des résultats aussi avantageux, paraît-il. En France les Compagnies du *Nord* et de l'*Ouest* sont les premières, qui aient disposé les tuyères d'échappement de leurs locomotives au niveau de la rangée supérieure des tubes ; cet exemple a été suivi par d'autres administrations, particulièrement par celle de l'*Est* pour quelques types récents. Les Compagnies de *P.-L.-M.* et d'*Orléans* continuent à faire usage de tuyères engagées à la base de la cheminée, mais la seconde complète l'installation par l'addition d'un appareil spécial que nous examinerons plus loin.

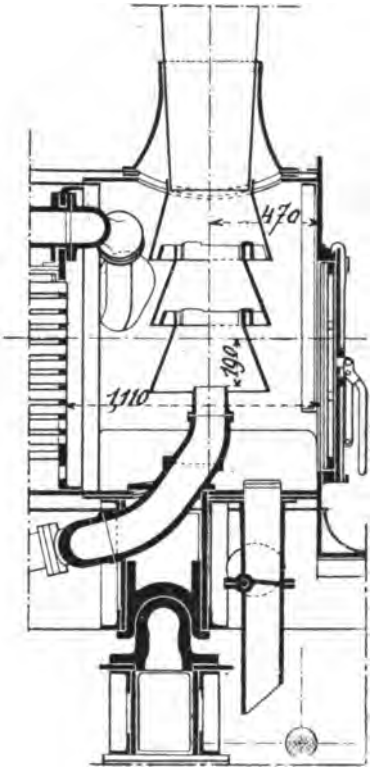


Fig. 782. — Boîte à fumée et échappement avec cônes étagés, des *Chemins de fer de la Méditerranée* (Italie).

L'abaissement de la tuyère d'échappement, dans les locomotives modernes dont les corps cylindriques, placés de plus en plus haut, obligent à raccourcir les cheminées, offre un avantage spécial en permettant d'augmenter la longueur de la cheminée prolongée vers le bas, à l'intérieur de la boîte à fumée, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un cône, dont la grande base correspond au plan supérieur de la tuyère (fig. 775 à 778, 783).

Quand la tuyère d'échappement est placée à la base de la cheminée, si cette dernière est suffisamment longue, le tirage peut être aussi bon qu'avec les tuyères plus basses, mais il se répartit moins bien sur la section du faisceau tubulaire.

Les gaz de la combustion ont une tendance, en passant du foyer dans la boîte à fumée, à parcourir les rangées supérieures du tube au détriment des rangées inférieures. Cet effet est particulièrement marqué avec les chaudières munies d'une voûte en briques, les gaz se trouvant obligés, pour arriver aux tubes inférieurs, de redescendre vers le bas, ce qui est contraire à leur tendance naturelle ; il augmente en outre d'importance après quelque temps de marche, les tubes inférieurs se remplissant d'escarbilles et de suie si le courant d'appel s'y fait peu sentir. On a reconnu qu'en bouchant 15 0/0 des tubes inférieurs, on ne diminuait la production que de 1 0/0.

La diminution de la section utile de la tubulure résultant de l'abandon par les gaz des tubes inférieurs ou de l'obstruction de ces derniers, a pour effet d'augmenter la vitesse des produits de la combustion à travers les tubes des rangées supérieures et de réduire la surface de chauffe effective, ce qui diminue le rendement de la chaudière aussi bien que la production totale maximum et peut entraîner des ébullitions par suite d'une vaporisation excessive des tubes supérieurs.

Le phénomène inverse peut se produire lorsque, comme dans certaines locomotives américaines, la tuyère est placée plus bas que le centre de l'axe du corps cylindrique, à moins que l'on adopte quelques dispositions spéciales. On doit éviter de placer le haut de la tuyère sensiblement plus bas que la rangée supérieure des tubes parce que la colonne de vapeur et de gaz entraînés, passant devant le haut du faisceau tubulaire, peut créer un certain obstacle au tirage, parfois même un refoulement et des remous vers le haut de la boîte.

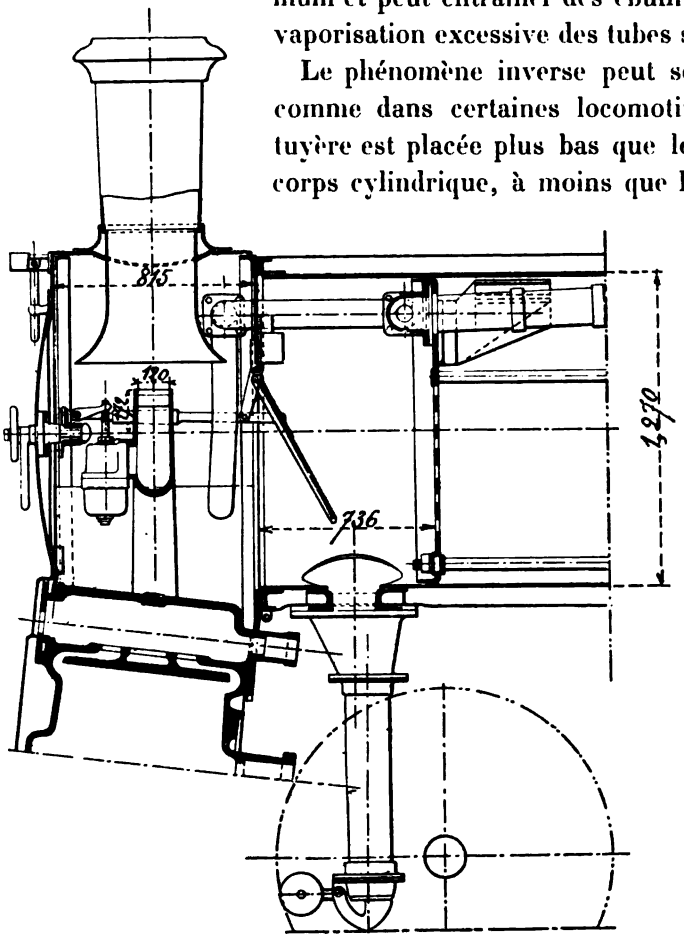


Fig. 783. — Boîte à fumée des locomotives à marchandises à huit roues accouplées et à trois cylindres du *London and North Western Railway*.

On a essayé bien des dispositifs ayant pour but de répartir uniformément le tirage sur toute la section du faisceau, mais aucun ne s'est beaucoup répandu et ne peut être considéré comme étant du domaine de la pratique courante si ce n'est aux États-Unis et sur quelques réseaux de l'Europe du Nord qui ont imité à ce point de vue la pratique américaine. Nous en donnerons quelques exemples.

Quand la tuyère d'échappement est placée à la partie basse, on emploie encore, surtout sur les machines qui brûlent des anthracites, le *petticoat*

(fig. 784). Celui-ci est formé par un tronçon de cheminée placé devant le faisceau tubulaire et se terminant vers le bas, au niveau de la tuyère, par un cône d'accès. Ce tronçon, d'un diamètre un peu moindre que celui de la cheminée proprement dite, est interrompu vers le haut et laisse entre sa partie supérieure et la base de la cheminée un large espace vide. Grâce à cette disposition, l'action de l'échappement se répartit en deux points; il se

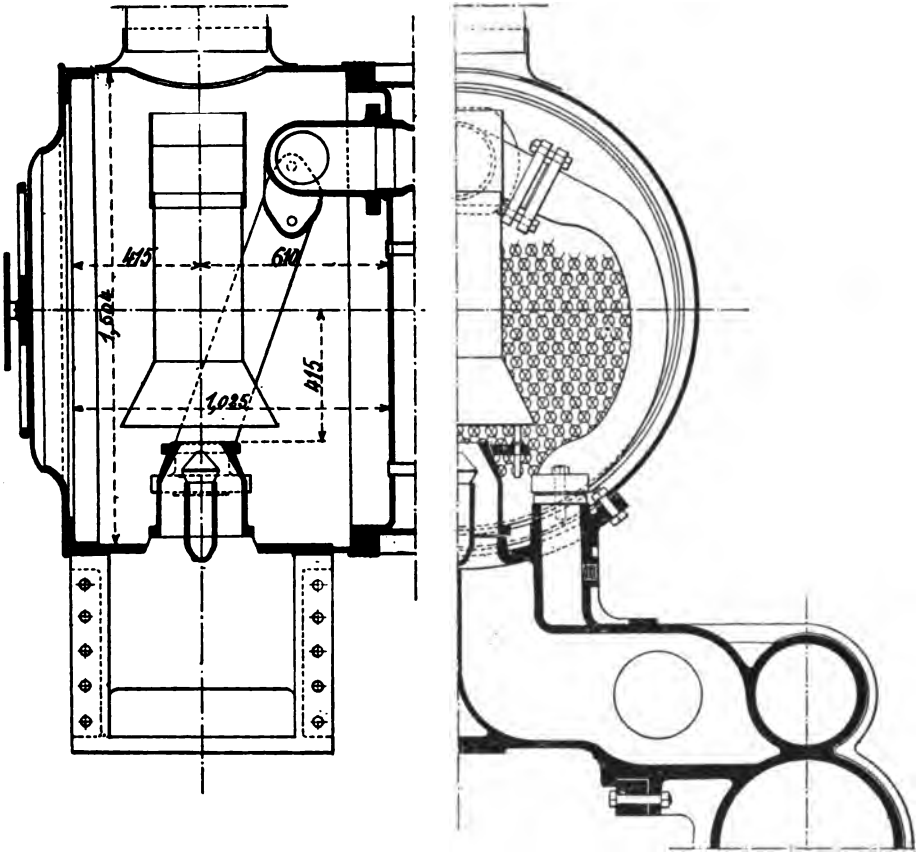


Fig. 784. — Boîte à fumée, munie du petticoat, pour locomotive américaine destinée à brûler de l'anthracite (*Baldwin locomotive Works*).

fait un appel, dû à la seule activité de la vapeur, par le cône inférieur, et un second appel dû au mélange de vapeur et de gaz sortant du petticoat, entre l'arête de celui-ci et la base de la dernière. On obtient ainsi une assez bonne répartition du tirage. Le petticoat doit être mobile pour permettre le tringlage des tubes. On le monte ordinairement sur des charnières à axe vertical, de manière qu'on puisse le porter vers la droite ou vers la gauche lors des nettoyages ou on le remonte à l'intérieur de la cheminée (fig. 784). Il est normalement fixé par des chevilles ou des verrous. Cet appareil, tel que

nous venons de l'examiner, est la simplication d'un engin plus compliqué, composé d'une succession de cônes de diamètre croissant vers le haut, usité autrefois aux États-Unis et que la Compagnie de l'*Est* a essayé sur ses machines à grande vitesse.

Un des principaux inconvénients du petticoat tel que nous venons de le décrire, outre la gêne qu'il apporte au nettoyage des tubes, consiste surtout en ce que le cône inférieur, placé très bas, peut être bouché partiellement ou totalement par les escarbilles qui viennent s'accumuler dans la boîte à fumée. On trouvera (fig. 782) un autre exemple de l'appareil à plusieurs cônes, appliqué par les chemins de fer de la *Méditerranée* (Italie).

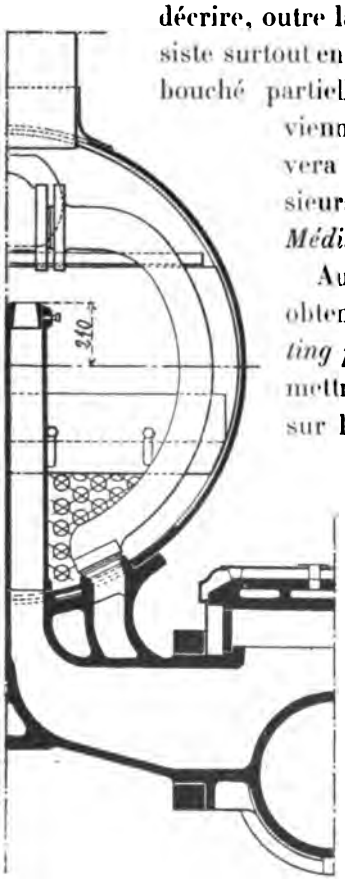


Fig. 785. — Disposition de l'échappement dans les locomotives américaines. Cet arrangement tend à remplacer, tout au moins dans les locomotives destinées à brûler des charbons bitumineux, l'ancienne disposition dans laquelle les tuyères étaient placées vers le bas de la boite à fumée.

Aujourd'hui on semble préférer en Amérique, pour obtenir le même résultat, l'emploi de plaques (*deflecting plates*) en tôle montées sur charnière pour permettre le nettoyage des tubes, inclinées de l'arrière sur l'avant, placées transversalement devant le faisceau tubulaire. On en trouvera de nombreux exemples figures 790 à 792.

Les escarbilles projetées par le tirage dans la boîte à fumée viennent frapper ces plaques, rebondissent vers la partie inférieure de la boîte à fumée après avoir perdu beaucoup de leur vitesse et ne sont plus entraînées au dehors par les gaz lorsque leur courant change de direction. L'inclinaison des plaques se règle par expérience. Ces chicanes ont certainement pour effet de diminuer l'entraînement des escarbilles les plus lourdes et, dans les cas où l'on ne craint que les incendies déterminés par les grosses flammèches, elles suffisent à la rigueur pour que l'on puisse se dispenser de l'emploi de grilles pare-étincelles. Elles n'empêchent pas toutefois, comme le montre l'exemple des locomotives américaines, la projection des menues escarbilles plus nombreuses même que sans l'emploi des *deflecting plates*, les grosses flammèches venant parfois se briser sur les plaques et se diviser en plusieurs fragments susceptibles d'être entraînés au dehors par le courant gazeux. A ce point de vue, l'emploi des *deflecting plates* nous paraît peu à recommander concurremment avec des grilles pare-étincelles, car elles augmentent le

nombre des petites escarbilles susceptibles de traverser les vides de ces dernières.

Pour améliorer la répartition du tirage, on emploie aussi des échappements spéciaux, annulaires, d'un type plus ou moins dérivé de celui que M. Adams (*vortex blast pipe*) a appliqué sur une grande échelle au *London and South Western Ry* et qui a été essayé sur des machines des réseaux du *Nord*, du *Grand Central belge*, de l'*État autrichien*, etc.

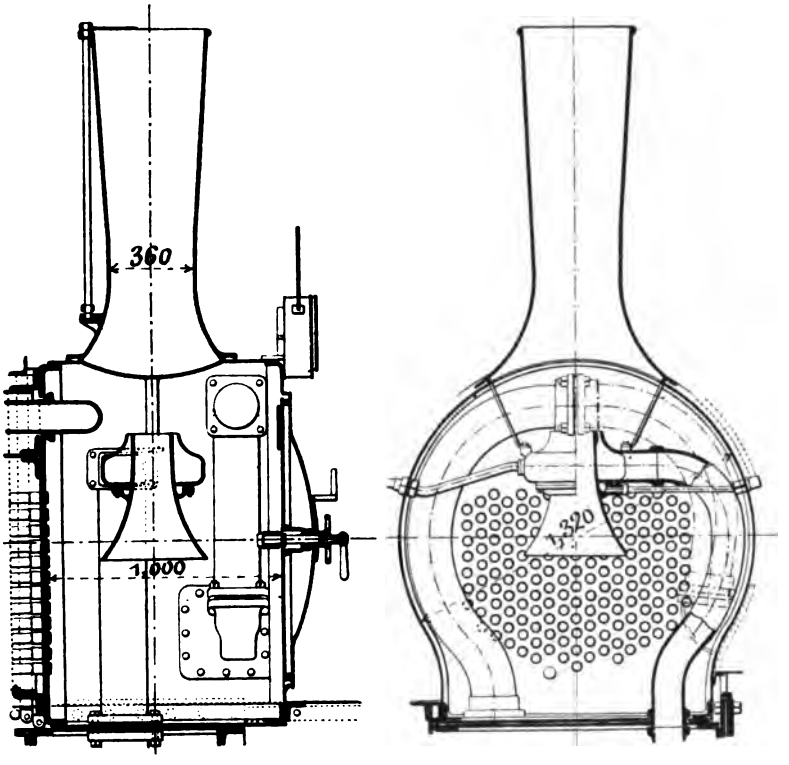


Fig. 786-787. — Boîte à fumée, avec échappement annulaire, des locomotives compound à quatre roues accouplées du *Central suisse*.

Le principe de ce dispositif dont nous parlerons plus loin avec plus de détail consiste à donner au jet d'échappement une forme annulaire pour augmenter la surface de contact avec les gaz et son effet utile, ensuite et surtout, pour déterminer aussi un entraînement des produits de la combustion vers le bas, de manière à augmenter le débit des tubes inférieurs. Les premiers échappements de ce système comportaient même une sorte de trompe, rapportée ou venue de fonte avec la colonne d'échappement, dont le pavillon était tourné vers le faisceau tubulaire, un peu en dessous de son milieu et qui, se recourbant vers le haut, venait déboucher au milieu de la tuyère d'échappement.

Dans certains cas, l'application des échappements annulaires paraît avoir donné une économie notable.

Pare-étincelles et grilles à flammèches. — Le violent tirage des locomotives détermine souvent la projection au dehors d'escarbilles encore rouges ou de flammèches. En France, une ordonnance du 15 novembre 1845 prescrit que les machines seront munies d'appareils ayant pour but d'arrêter la sortie des flammèches par la cheminée. A cet effet, les boîtes à fumée des locomotives sont munies d'une grille à flammèches composée de barreaux en fer rond, laissant entre eux un vide de 10 mm., maximum spécifié au-dessous duquel on ne descend guère afin de ne pas gêner le tirage (fig. 775 à 780). Ces grilles arrêtent les escarbilles ayant plus d'un centimètre de côté ; celles qui s'échappent ne peuvent être dangereuses.

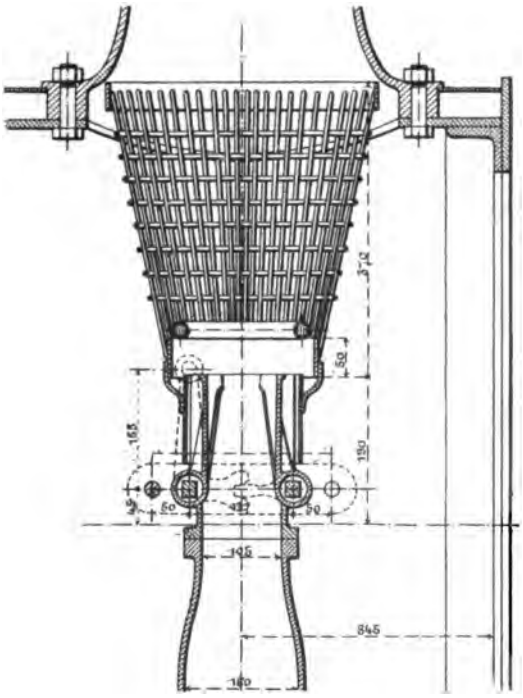


Fig. 788.
Pare-étincelles des *Chemins de fer roumains.*

La plupart des locomotives anglaises ne comportent aucun pare-étincelles (fig. 774, 783), malgré l'extrême intensité du tirage de ces machines. Il est vrai qu'elles brûlent un combustible, souvent en gros fragments, et toujours d'une bonne tenue sur la grille. Cependant, les Compagnies anglaises commencent à en disposer sur quelques types récents de locomotives.

Aux Etats-Unis, où le tirage des locomotives est poussé jusqu'à ses dernières limites, et où l'on emploie au contraire des combustibles, parfois légers sur la grille et beaucoup de menus, la grille ordinaire ne suffirait pas. On a d'abord employé des pare-étincelles placés dans la cheminée [1], dérivés de ceux qui étaient en usage alors que l'on brûlait du bois dans les locomotives et qui, abandonnés depuis une douzaine d'années, reviennent en faveur sur quelques réseaux. On emploie des grilles en toile métallique ou en tôle

[1] A une certaine époque, on a étudié aux Etats-Unis surtout un grand nombre de dispositifs de cheminées à cônes pare-étincelles, dont certaines très compliquées renfermant des chicanes circulaires et hélicoïdales propres à donner aux produits de la combustion des mouvements giratoires avec changements de direction, ayant pour but de séparer, par différence de densité, les gaz des flammèches. Les personnes désireuses d'étudier l'historique de cette question trouveront un grand nombre de renseignements et de croquis dans l'ouvrage de M. G. Richard, *la Chaudière locomotive.*

perforée dont l'action, jointe à celle de chicanes destinées à opérer la séparation des escarbilles, ont conduit à l'emploi des boîtes à fumée prolongées dont nous parlerons un peu plus loin.

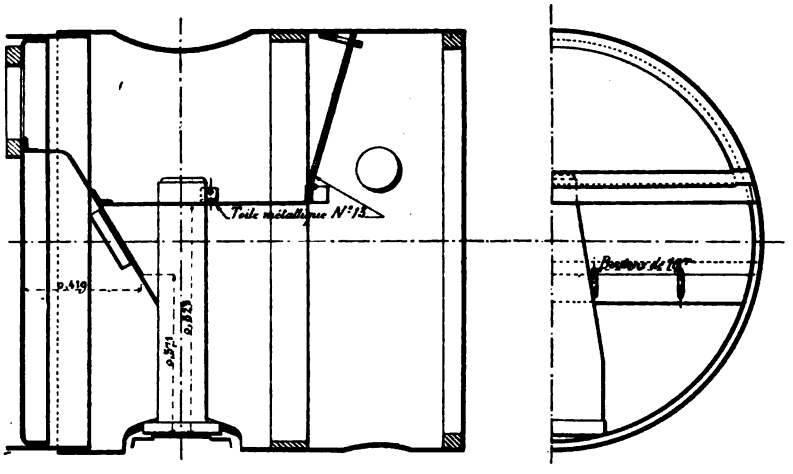
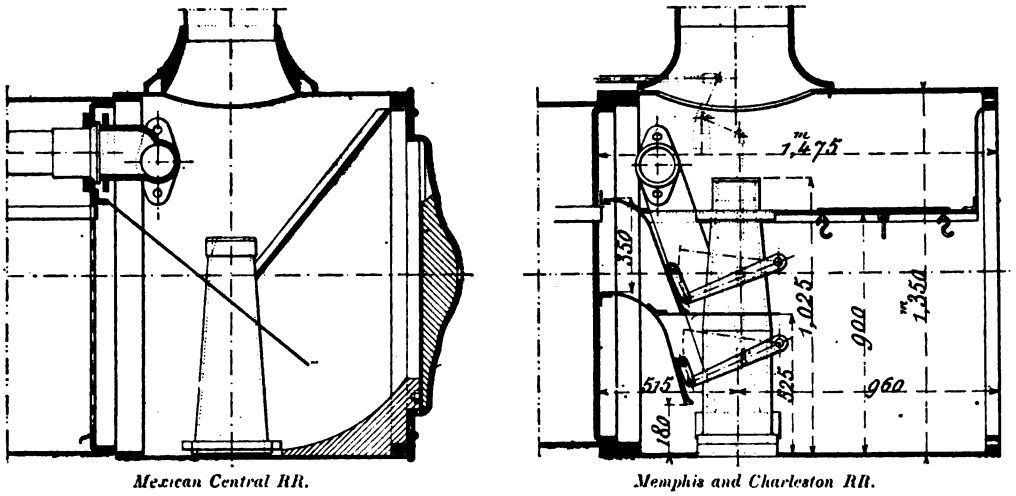


Fig. 789. — Boîte à fumée américaine ; type de *Rogers*.

Le principe de ces appareils consiste à interposer sur le parcours des produits de la combustion, avant leur sortie de la boîte à fumée, des plaques et écrans donnent lieu à des remous et à des tourbillons qui entraînent le



Mexican Central RR. *Memphis and Charleston RR.*

Fig. 790. — Types de boites à fumée américaines munies de déflecteurs et de pare-étincelles.

dépôt des escarbilles par différence de densité. Des toiles métalliques à mailles fines complètent ces dispositifs. Pour que leur efficacité soit suffisante, il est nécessaire de leur donner une forme telle que dès que les escarbilles sont déposées, elles soient soustraites à l'action du courant gazeux qui

pourrait les entraîner à nouveau. On en trouvera de nombreux exemples figures 789 à 794.

Les grilles à flammèches, qui peuvent affecter plusieurs dispositions, constituent un écran amovible, à jour, placé entre la boîte à fumée et la

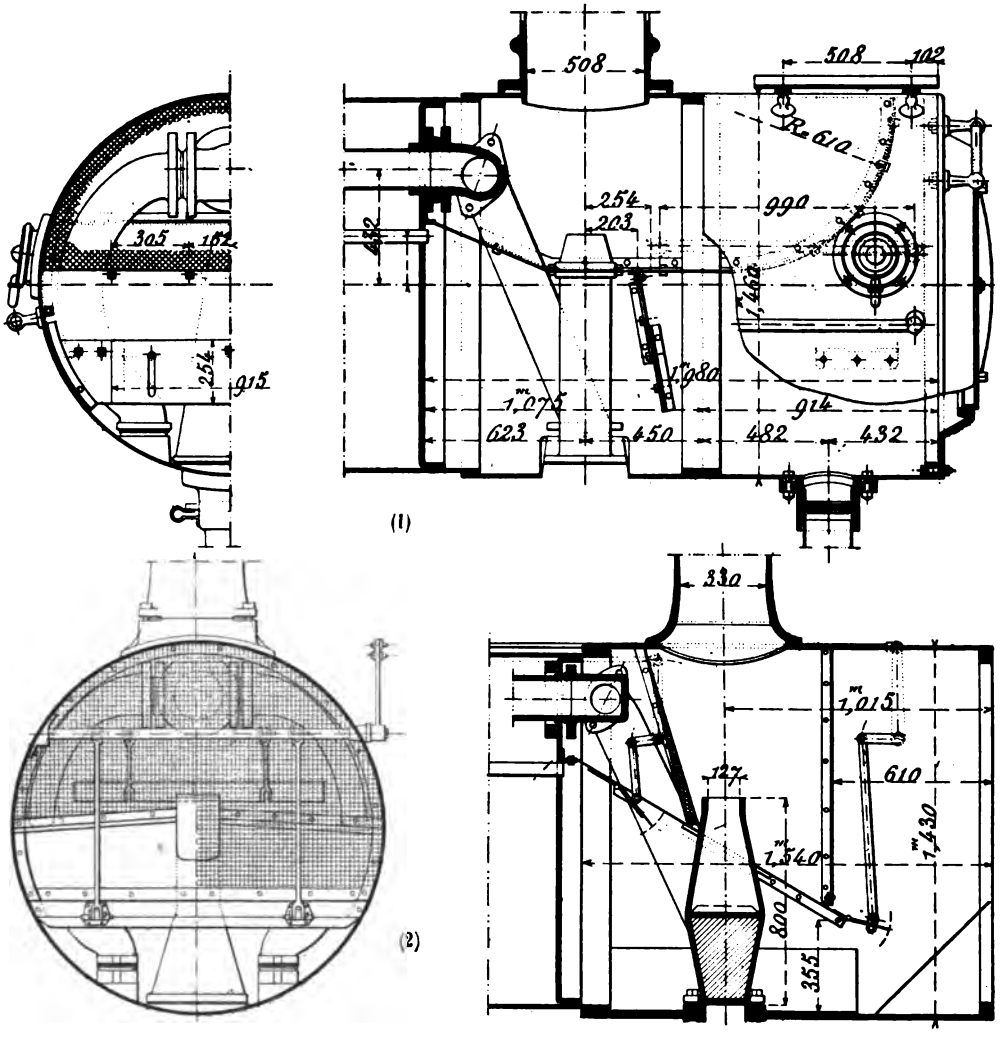


Fig. 791. — Types de boîtes à fumée américaines, prolongées sur l'avant et munies de déflecteurs et de pare-étincelles.

(1) Disposition classique il y a une dizaine d'années ; on tend aujourd'hui à donner moins de longueur aux boîtes à fumée ; (2) *Georgia Southern RR.*

cheminée, généralement au-dessus de la rangée supérieure des tubes et que traverse la tuyère d'échappement.

Les grilles employées en France, composées de barreaux en fer rond espacés d'environ 10 mm., ne diminuent que dans une faible mesure la section de passage. Il suffit de les disposer horizontalement ou dans une posi-

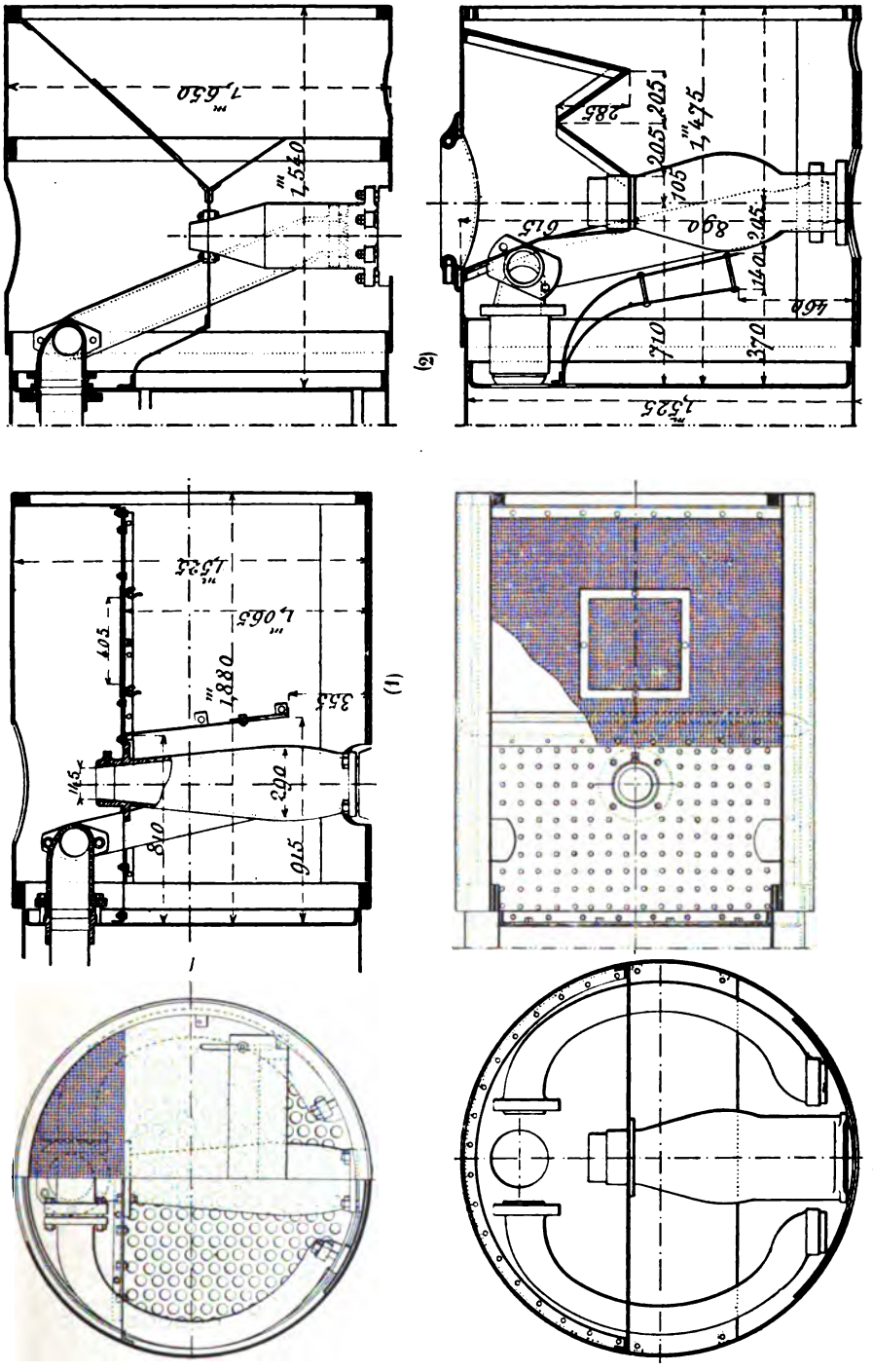


Fig. 792. — Boîtes à fumée américaines, prolongées sur l'avant et munies de déflecteurs et de grilles à flammèches :
(1) *East Tennessee RR.* (Schenectady) ; (2) *Delaware, Lackawana and Western* (Rogers) ; (3) *Chicago and Calumet RR.* (système J. Snowden Bell ; Brooks).

tion légèrement inclinée dans la boîte à fumée, sans augmenter la longueur de cette dernière (fig. 775 à 780).

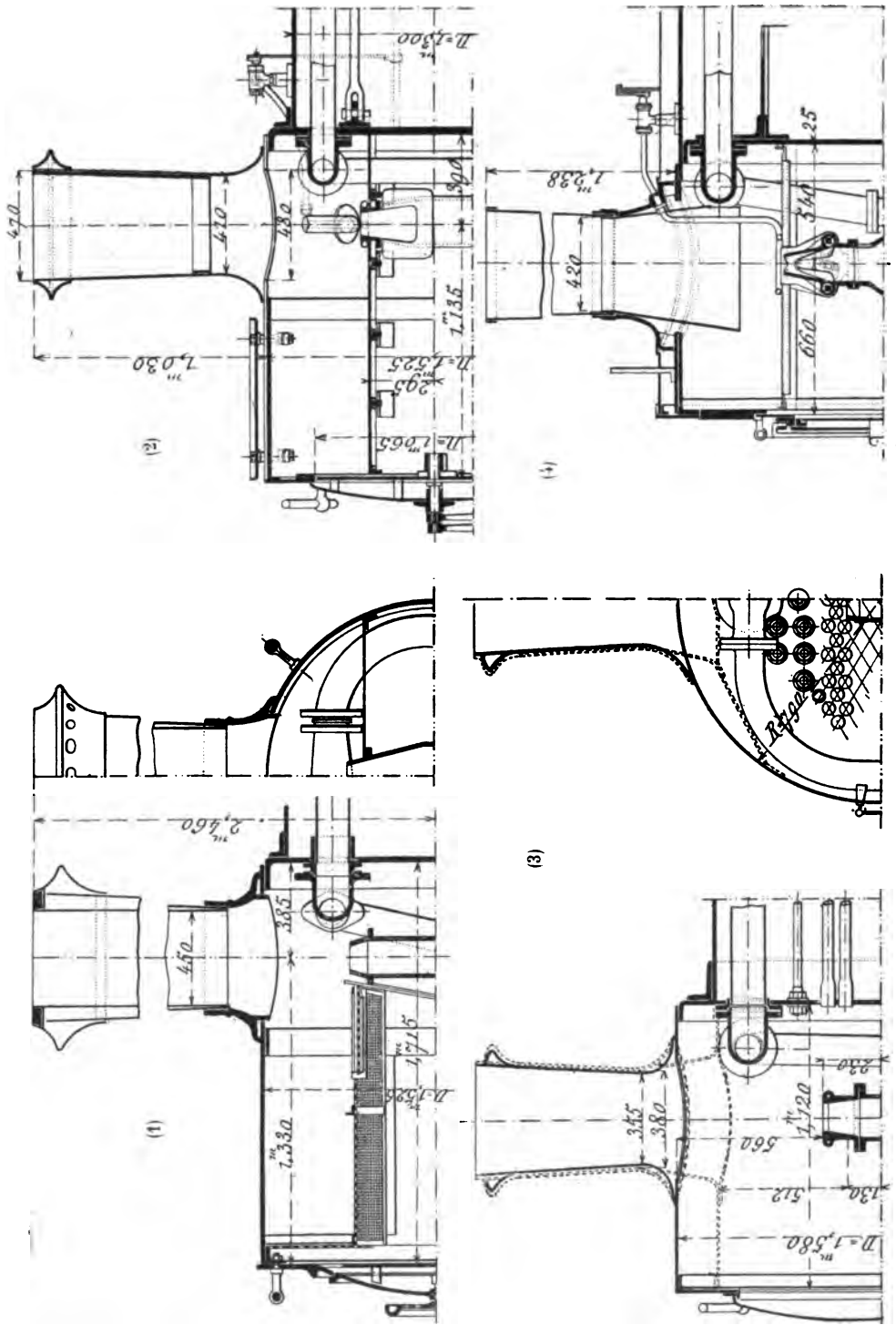


Fig. 793. — Dispositions diverses d'échappement et de grilles à flammèches :
(1) *Canadian Pacific* ; (2) *New South Wales* ; (3) *North Eastern Railway* (une seconde disposition représentée en éléments) ; (4) Réseau de l'*Adriatique*.

Parfois, comme dans les machines des Compagnies de l'*Ouest*, de l'*Est* et

du *Nord*, la grille est placée à la base du cône formant le prolongement de la cheminée à l'intérieur de la boîte à fumée (fig. 774 à 778).

Pour obtenir une plus grande section de passage, on donne quelquefois à cette grille une forme tronconique, la grande base placée en haut correspondant à la base de la cheminée, et la petite base, tournée vers le bas, s'appuyant sur la tuyère d'échappement (fig. 788). Cette disposition a été appliquée entre autres sur quelques réseaux anglais et indiens et par les Chemins roumains.

Lorsque l'on emploie des grilles en toile métallique, donnant des vides de 4 à 5 mm. de côté, la longueur de la boîte à fumée n'est plus suffisante pour que la grille ait une section convenable, même si elle en occupe toute la longueur. On a alors recours à l'emploi de boîtes à fumée allongées qui présentent en outre des avantages particuliers.

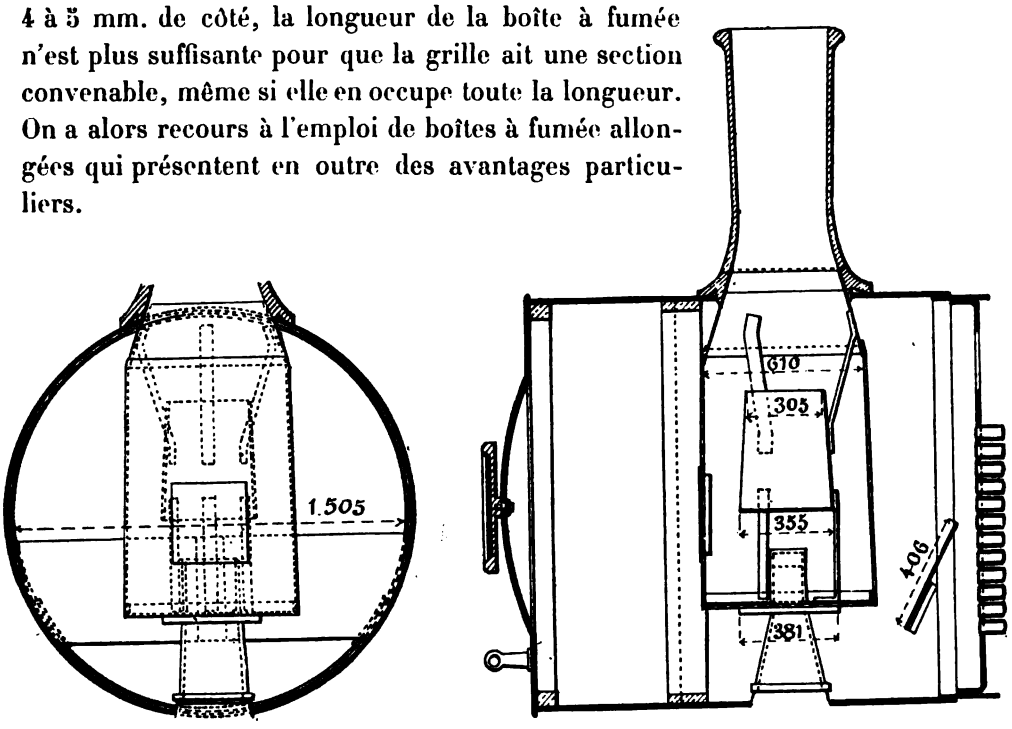


Fig. 794. — Boîte à fumée et pare-étincelles du *Lehigh Valley Railroad*.

Boîtes à fumée allongées. — On est quelquefois conduit à donner aux boîtes à fumée une longueur plus considérable qu'il n'est nécessaire, par exemple lorsque la répartition des poids permet de donner au corps cylindrique une longueur embrassant tout l'espace compris entre la boîte à feu et la face arrière des cylindres sur lesquels la chaudière doit s'appuyer par la boîte à fumée. Cette dernière occupe alors une partie du corps cylindrique la cheminée restant dans le plan transversal médian des cylindres pour que l'on ait pas à cintrer vers l'arrière les tuyaux d'échappement, disposition susceptible d'exagérer la valeur de la contre-pression sur les pistons. C'est le cas, par exemple, des locomotives compound de la Compagnie

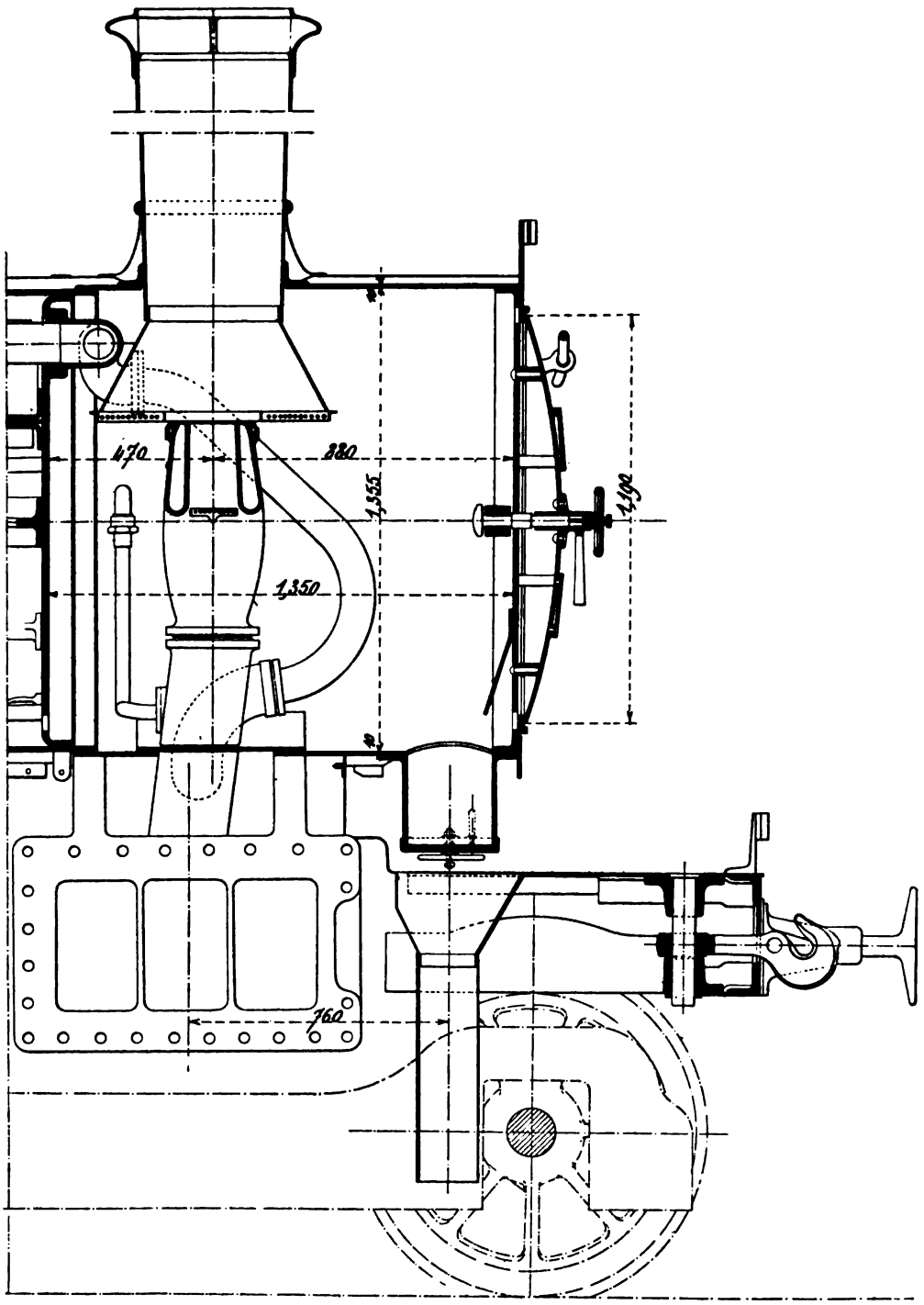


Fig. 795. — Boîte à fumée prolongée sur l'avant, avec trémie de vidange des escarbilles, des locomotives à grande vitesse et à bogie (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*. Coupe longitudinale.

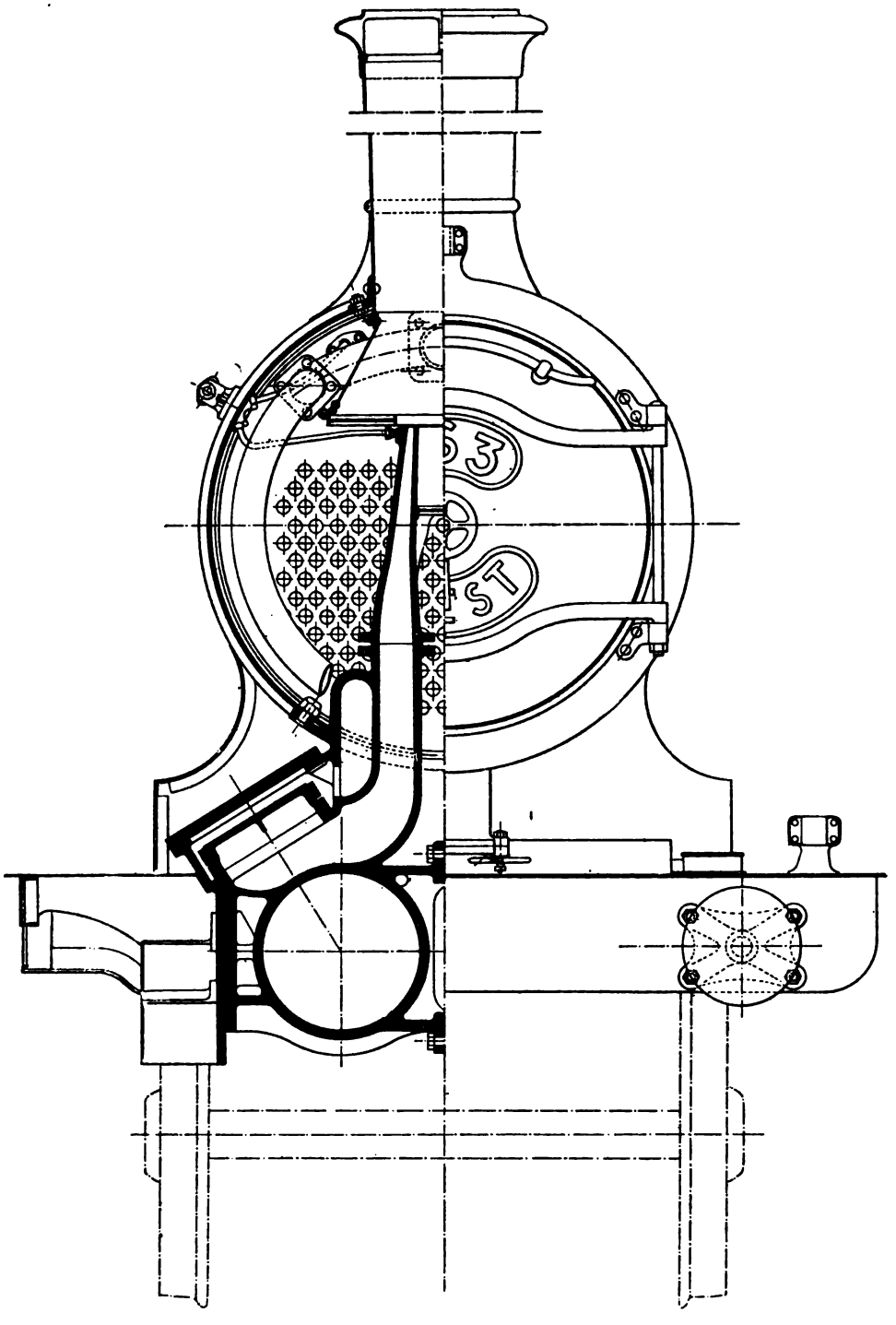


Fig. 796. — Boîte à fumée prolongée sur l'avant, avec trémie de vidange des escarbilles, des locomotives à grande vitesse et à bogie (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*. Demi-coupe transversale et vue par bout.

P. L. M. (fig. 781) et de celles du *London and North Western* du dernier type (fig. 783).

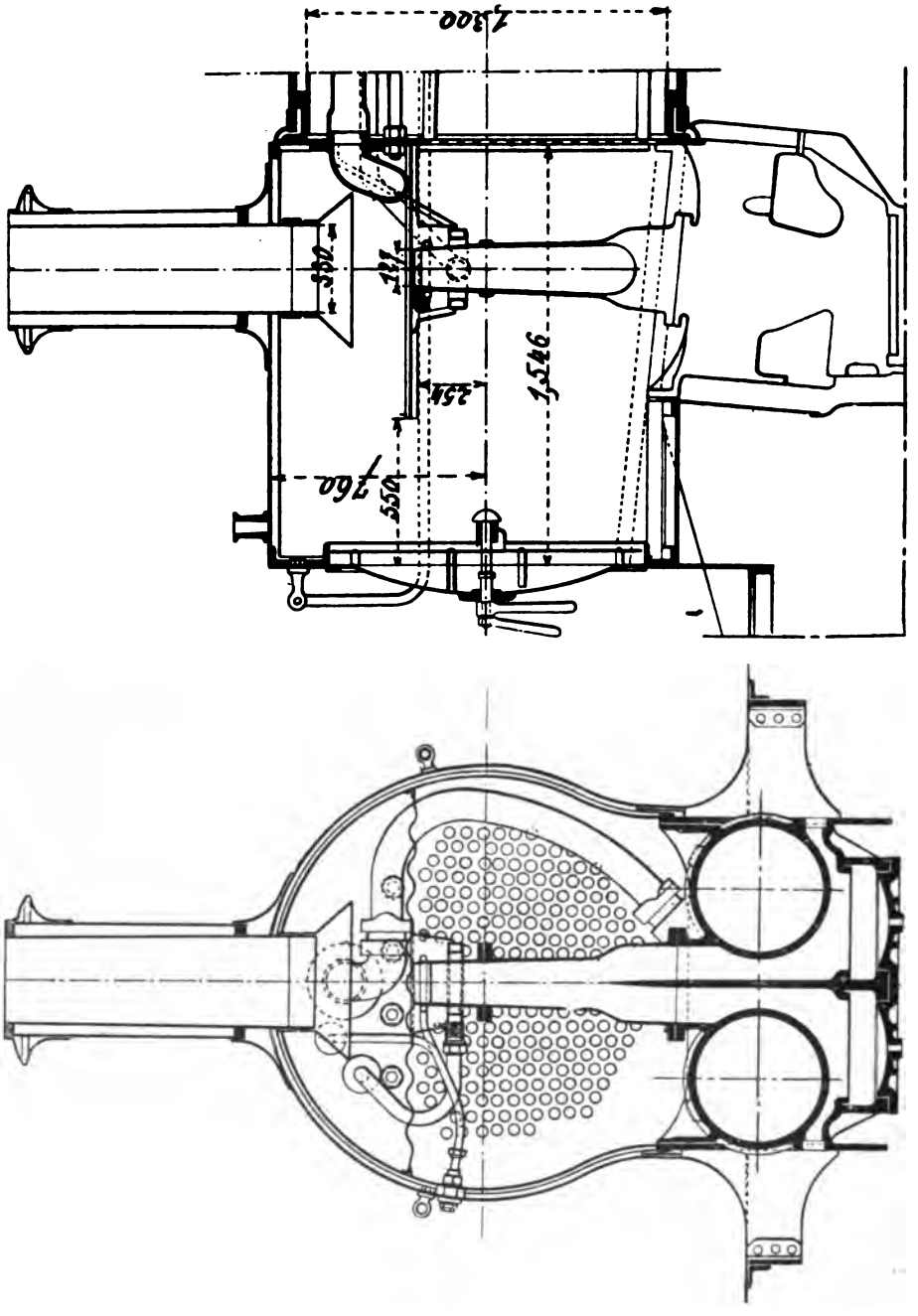


Fig. 797. — Boîte à fumée et échappement des locomotives mixtes à quatre roues accouplées du *Great Western Railway* (type de 1895.)

Indépendamment de ces dispositions particulières, on allonge souvent la boîte à fumée, vers l'avant, la cheminée restant encore au-dessus des cylindres et par conséquent sur l'arrière de la boîte. Les boîtes à fumée

allongées, qui ont pris naissance aux Etats-Unis et se répandent rapidement en Europe, ont pour but essentiel de permettre l'installation :

1° D'une grille à flammèche en toile métallique de section suffisante pour ne pas gêner notablement le tirage ;

2° De chicanes et de plaques créant des remous et opérant, par différence de densité, la séparation des escarbilles et des gaz ;

3° D'une trémie, située à l'avant des cylindres, permettant la vidange des escarbilles contenues dans la boîte à fumée sans salir la machine et en évitant la projection de la poussière et du fraisil sur les pièces frottantes et les articulations. Ces trémies forment aussi une capacité, située en contre-bas de la génératrice inférieure de la boîte à fumée, où les escarbilles viennent tout d'abord se loger, ce qui diminue les chances d'obstruction des tubes inférieurs.

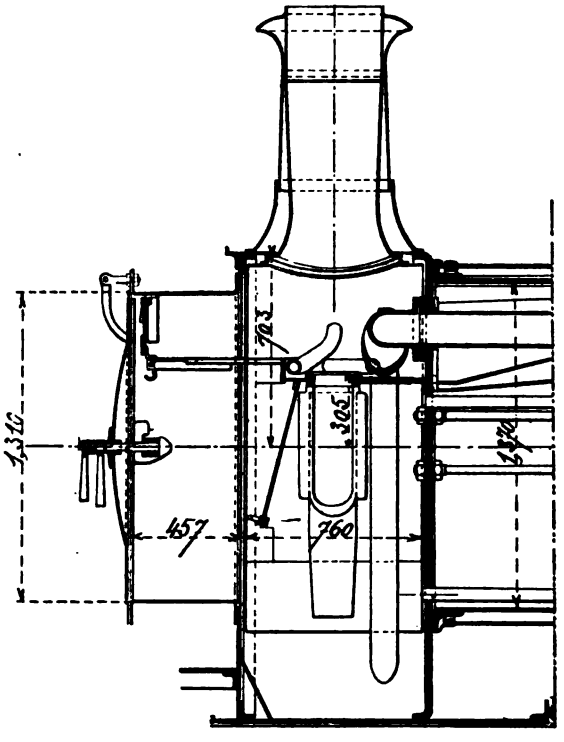


Fig. 798. — Boîte à fumée avec extension partielle sur l'avant du Mersey Railway.

L'extension des boîtes à fumée est, par suite des raisons mêmes qui justifient son adoption, moins nécessaire pour les boîtes à fumée faisant saillie sur le corps cylindrique que pour les boîtes cylindriques, puisque leur diamètre, plus grand, permet l'emploi d'une grille à flammèche de section plus considérable et que, leur fond se trouvant plus bas que le corps cylindrique, les escarbilles ont moins de tendance à venir boucher les tubes inférieurs.

Les boîtes à fumée prolongées avec trémies sont usitées d'une manière absolument générale sur les locomotives américaines, ce que l'on doit attribuer peut-être autant à une mode qu'à leurs avantages réels. En Europe, elles se répandent, nous l'avons vu. En ce qui concerne la France, elles ont été adoptées par la Compagnie de l'*Ouest* pour ses locomotives à bogie (séries 963-990 ; 2 301-2 304) (fig. 795, 796), par la *Compagnie du Midi* pour ses nouvelles express compound ; par la Compagnie de *P.-L.-M.* sous une forme différente, pour toutes ses nouvelles locomotives compound.

On trouvera, figures 789 à 794, plusieurs dispositions américaines typiques, qui s'expliquent d'elles-mêmes après ce que nous avons dit plus haut ; elles comprennent des combinaisons de grillages métalliques et des plaques ou chicanes, ces dernières destinées à répartir le tirage et à arrêter les escarbilles. Toutes ces plaques sont amovibles pour permettre le nettoyage des tubes ; quelques-unes d'entre elles sont montées sur charnières et ajustables de manière à être placées sous l'inclinaison et dans la position la plus favorable pour le but qu'elles ont à remplir. Tous ces dispositifs américains ont évidemment pour résultat d'empêcher la projection sur la voie d'étincelles d'un diamètre supérieur à 3 ou 4 mm., mais elles n'empêchent pas que celles-ci, très nombreuses, avec les qualités de charbon usitées de l'autre côté de l'Atlantique, chassées par l'intense tirage, ne soient encore pour les voyageurs une gêne que nous ne soupçonnons pas en Europe. D'autre part, ces toiles métalliques très fines et ces écrans créent à la circulation des gaz une résistance très sensible exigeant, pour une intensité de tirage donnée, une plus grande pression à l'échappement.

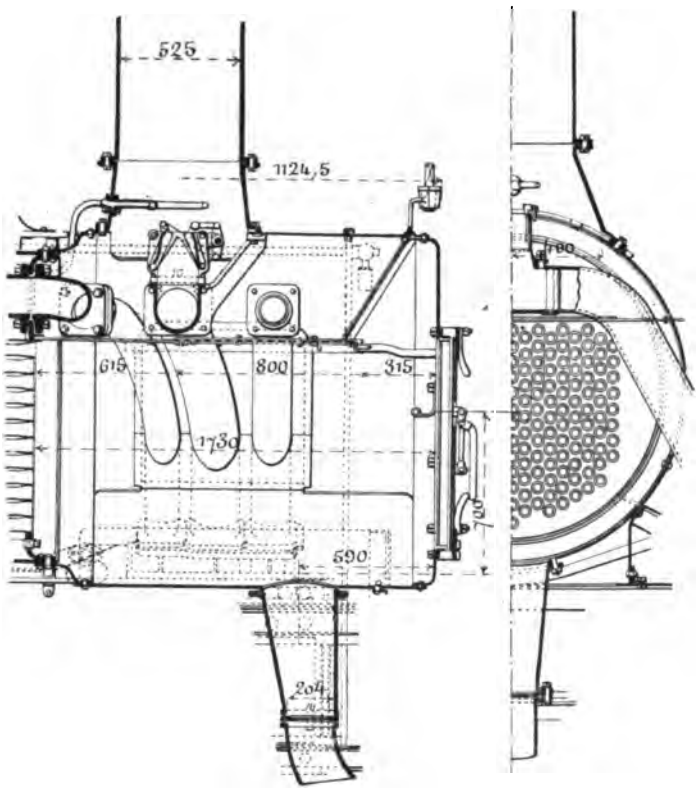


Fig. 799. — Boîte à fumée des locomotives à grande vitesse de l'*État hongrois*.

La figure 797 représente la boîte à fumée allongée des nouvelles locomotives à quatre roues accouplées du *Great Western Ry*, caractérisée par l'absence de grille à flammèches. La séparation des escarbilles s'opère uniquement par différence de densité, grâce au remou créé par une plaque horizontale en acier ondulé que traverse la tuyère d'échappement et qui est interrompue vers l'avant pour permettre le passage des produits de la combustion.

La figure 798 représente un type anglais de boîte à fumée en saillie, allongée, mais seulement dans la partie correspondant à la porte.

On trouvera, figure 781, les coupes en long et en travers de la boîte à fumée des locomotives à grande vitesse de la Compagnie de *P.-L.-M.* (C-21-60). L'échappement et la cheminée appartiennent à un type dont nous parlons plus loin. La grille à flammèches forme un emboîtage rectangulaire autour de l'embase de la cheminée et des soupapes d'échappement variable.

Les boîtes à fumée allongées munies de *deflecting plates* et de toiles métalliques n'ont pas donné de bons résultats avec tous les combustibles et dans les cas où l'on a voulu, malgré tout, assurer leur efficacité complète contre

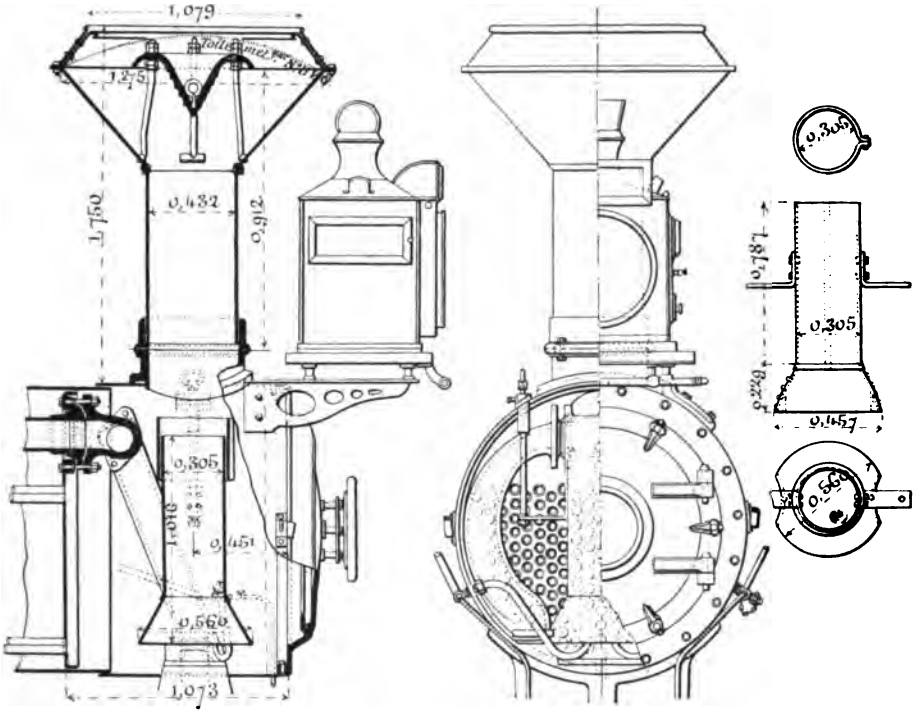


Fig. 800. — Type moderne de cheminée à pare-étincelles (*Union Pacific Railway*).

la projection des escarbilles, on est arrivé à les compliquer au point de créer une forte perte de charge entre l'orifice du faisceau tubulaire et la base de la cheminée très nuisible au tirage et à la production de la vapeur même avec des échappements serrés. Le fait s'est surtout produit avec les houilles tirant sur le lignite dès que l'on veut obtenir une production abondante de vapeur. Une importante Compagnie américaine, l'*Union Pacific*, nous fournira un exemple concluant[1]. Ce réseau, sur lequel on brûle un lignite friable et léger sur la grille, renfermant environ 40 0/0 de matières volatiles et 38 à 45 0/0 seulement de carbone fixe avait remplacé, de 1885 à 1891,

[1] Voir l'*Engineering News* du 4 mars 1897.

l'ancienne cheminée à cône dite ***diamond stack***, autrefois d'un emploi général sur tous les réseaux américains, par la boîte à fumée prolongée munie de toiles métalliques, devenue si en faveur vers l'époque indiquée. Les résultats ne furent pas satisfaisants; on constata que la projection d'escarbilles avait augmenté tandis que l'activité du tirage se trouvait réduite même après diminution de la section des tuyères d'échappement. Après une série d'expériences comparatives et de recherches persévérantes, la Compagnie est revenue à l'emploi de la cheminée à cône renversé dite *diamond stack* et a adopté finalement, en 1891, le type représenté figure 800, qui a donné les meilleurs résultats, et se trouve actuellement placé sur toutes les locomotives du réseau. Les statistiques font ressortir, depuis l'époque de cette transformation, un accroissement notable des charges moyennes remorquées et une réduction de la consommation kilométrique. Ainsi, le nombre moyen de wagons de marchandises chargés, par train, a passé, de 15,86 en 1890, avant cette transformation, à 18,96 en 1894 et à 20,22 en 1895. Il serait peut-être inconsidéré d'attribuer exclusivement ce résultat à la modification dont nous avons parlé, mais il est non moins certain qu'elle a eu une influence marquée d'autant plus que la consommation de combustible par wagon-kilomètre est passée dans le même temps de 2,90 à 2,15 kg.[1].

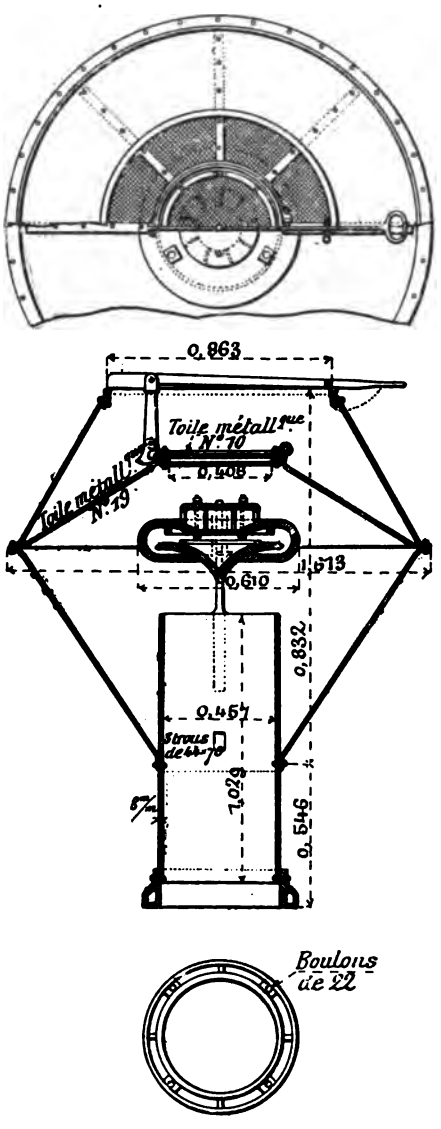


Fig. 801. — Type moderne de cheminée avec pare-étincelles pour locomotives destinées à brûler du bois (*Southern Pacific Railway*).

L'examen de la figure 800 montre que la disposition adoptée est à peu près identique à celle qui a si longtemps été classique aux Etats-Unis. La séparation des étincelles et des gaz s'opère surtout par différence de densité, grâce aux remous créés dans le cône

[1] Il s'agit de wagons à bogies d'une contenance moyenne de 20 à 30 tonnes.

surmontant la cheminée et muni quand même d'une toile métallique. Les tuyères d'échappement, doubles, sont placées très bas et se trouvent surmontées d'un petticoat pouvant glisser longitudinalement, de haut en bas, dans un fourreau solidaire des parois de la boîte à fumée et dont on peut fixer la position du dehors à l'aide de tirants que l'on immobilise au moyen de vis de pression. On peut ainsi chercher par expérience la meilleure position à lui donner, et le soulever complètement, en le faisant pénétrer à l'intérieur de la cheminée, lors du tringlage des tubes.

La cheminée à cône a été aussi et est encore employée en Autriche sur des locomotives chauffées au lignite.

Les réseaux sur lesquels on brûle du bois n'ont guère pu se dispenser de la cheminée à cône rapporté que l'on retrouve dans quelques régions de l'ouest des Etats-Unis, en Norvège, en Russie, etc. On trouvera un exemple du genre de cheminée adapté à ce combustible spécial figure 801, qui représente le type adopté par le *Southern Pacific*, lequel se distingue surtout du précédent par sa plus grande capacité. La boîte à fumée porte un petticoat analogue à celui des locomotives de l'*Union Pacific*.

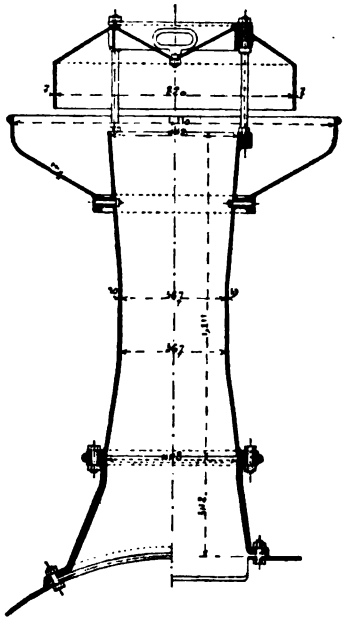


Fig. 802. — Cheminée avec pare-étincelles pour locomotives destinées à brûler des lignites (*État autrichien*).

Trémies. — Le principal avantage de la boîte à fumée allongée consiste à permettre, nous l'avons dit, de placer une trémie de vidange en avant des cylindres s'ils sont intérieurs, de l'entretoise qui les relie s'ils sont extérieurs.

Dans la plupart des locomotives, dans celles des anciens types tout au moins, on vide la boîte à fumée par la porte. Les escarbilles sont d'abord repoussées sur le tablier à l'avant, puis balayées et rejetées à terre. Cette opération ne va pas sans beaucoup de poussière qui salit la machine et pénètre entre les surfaces frottantes du mécanisme pouvant occasionner dans la suite des échauffements. Pour remédier à cet état de choses, on a eu l'idée, il y a quelque temps déjà, d'établir des appareils, nommés *trémies*, permettant de vider les boîtes à fumée, sans soulever de poussière ni salir le tablier de la machine. Cet appareil se compose essentiellement d'une capacité de forme irrégulière ou d'un tuyau de gros diamètre, monté sur la partie inférieure de la boîte à fumée et descendant, vers le bas, aussi près que possible de la voie. La trémie est fermée à la partie inférieure par une porte étanche, manœuvrable du dehors, et qui sert à la vider lors des stationne-

ments au dépôt. On vide ainsi, par la même ouverture, toutes les escarbilles contenues dans la boîte que l'on repousse à l'aide d'un balai après avoir ouvert la porte de cette boîte.

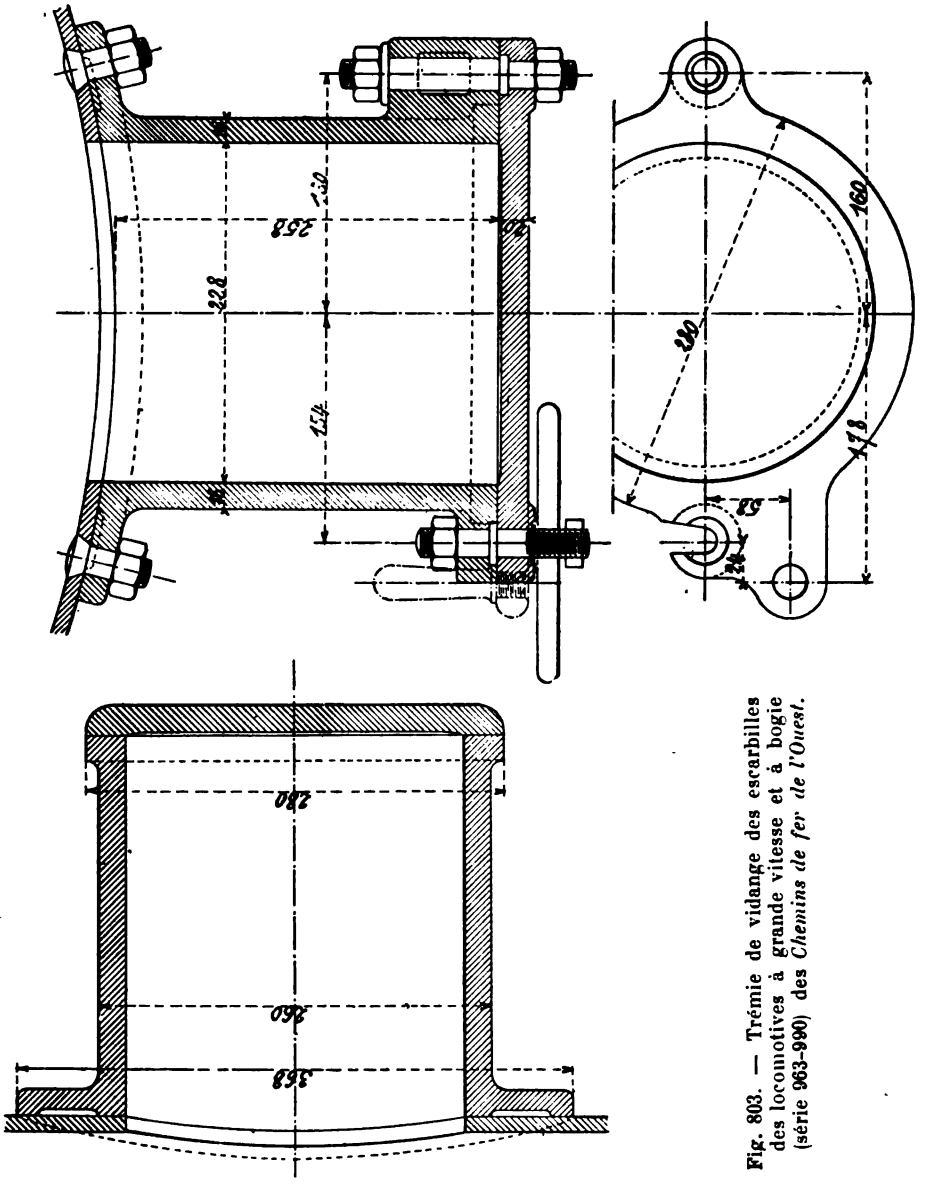


Fig. 803. — Trémie de vidange des escarbilles des locomotives à grande vitesse et à bogie (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

Ce genre d'appareil, adopté aux États-Unis depuis longtemps, se répand partout : en France, en Allemagne et même en Angleterre. Nous en verrons quelques exemples : en Amérique, une Compagnie, le *Delaware and Hudson*, a même établi des appareils de vidange d'escarbilles, à la vapeur, dont nous donnerons une description sommaire (fig. 805).

A la partie inférieure de la boîte à fumée, en bas, on dispose une trémie en fonte (7) débouchant à droite et à gauche par deux tubulures que l'on peut fermer à l'aide de clapets (6) maintenus normalement avec des étriers. Chacune de ces deux tubulures forme une sorte d'éjecteur au milieu duquel vient déboucher un tuyau (8) qui aboutit sur la chaudière à l'arrière. En ouvrant un robinet spécial, le mécanicien envoie un courant de vapeur qui forme appel et entraîne au dehors les escarbilles accumulées au fond de la boîte à fumée. Avant de mettre l'appareil en route, on emmanche sur l'extrémité de la tubulure, à l'aide d'une poignée (3), un manche à coulisse (4) qui pénètre dans un coude (5) de la colonne creuse (9) que l'on amène,

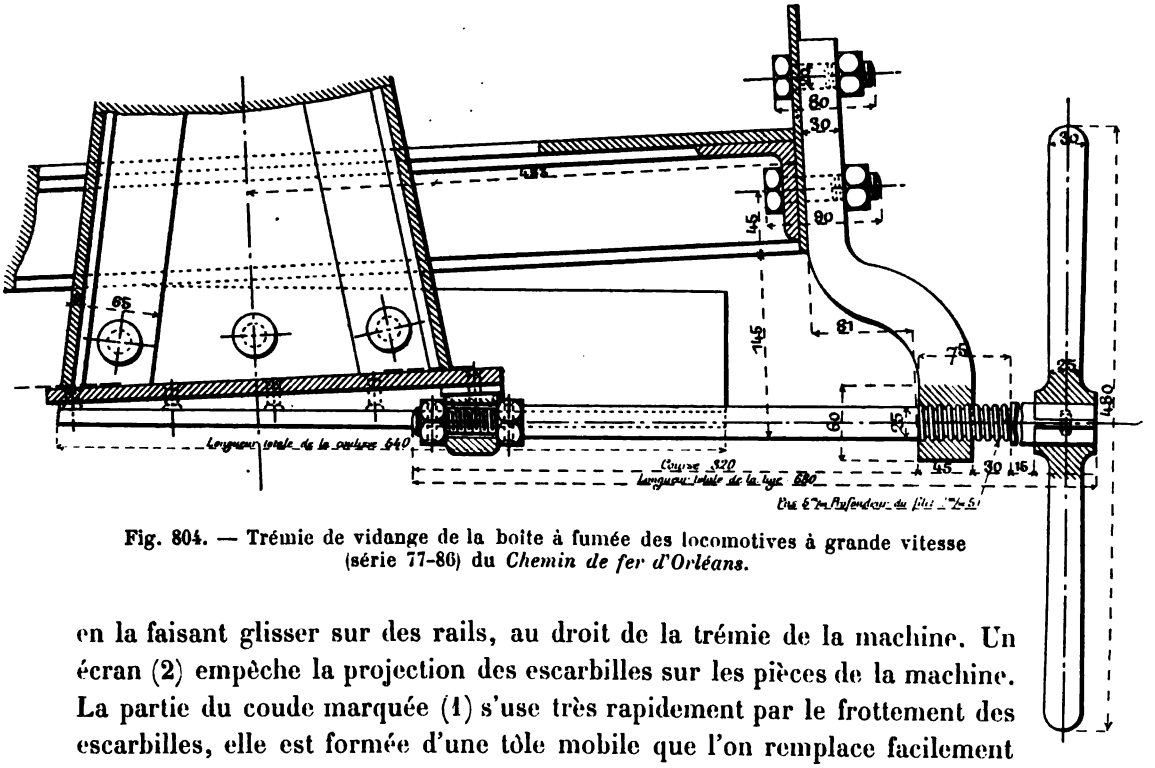


Fig. 804. — Trémie de vidange de la boîte à fumée des locomotives à grande vitesse (série 77-86) du *Chemin de fer d'Orléans*.

en la faisant glisser sur des rails, au droit de la trémie de la machine. Un écran (2) empêche la projection des escarbilles sur les pièces de la machine. La partie du coude marquée (1) s'use très rapidement par le frottement des escarbilles, elle est formée d'une tôle mobile que l'on remplace facilement sans toucher au reste de l'appareil.

Cet appareil passe pour économiser de la main-d'œuvre et pour permettre le nettoyage des boîtes à fumée sans produire de poussière ni salir les mouvements.

La trémie des machines à marchandises (série 2 000) de la Compagnie de l'*Ouest* (fig. 775) se compose d'une simple tubulure en fonte placée près de la plaque tubulaire et fermée à la partie basse par un clapet manœuvrable du dehors à l'aide d'une transmission de mouvement.

Dans les locomotives compound à marchandises de M. Webb, du dernier modèle, la boîte à fumée, très longue, est formée par la partie antérieure du

corps cylindrique. C'est dans cette portion qu'est placée la trémie dont la porte se ferme automatiquement à l'aide d'un contrepoids (fig. 783). Les escarbilles tombent en avant du premier essieu, mais dans le voisinage des organes du mécanisme, ce qui n'est pas à recommander.

Une disposition de trémie analogue à celle qui est usitée aux Etats-Unis a été appliquée par la Compagnie de l'*Ouest* aux locomotives à grande vitesse et à bogie (série 963-990). La trémie elle-même est très courte et se trouve entièrement au-dessus du tablier. Les escarbilles, quand la porte est ouverte, tombent à l'intérieur d'un entonnoir qui les conduit sur le ballast par l'intermédiaire d'un tuyau en tôle (fig. 795-796).

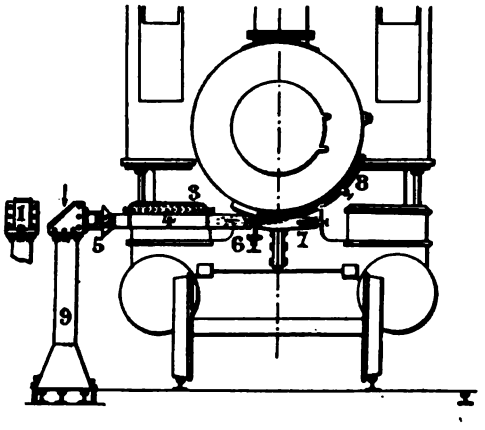


Fig. 805. — Disposition américaine pour la vidange des boîtes à fumée par la vapeur.

Les portes des trémies doivent être parfaitement étanches afin d'éviter les rentrées d'air qui pourraient mettre le feu aux escarbilles. Cette condition est d'autant plus difficile à réaliser que des petites escarbilles ou du fraisil peuvent venir se loger, quand on la ferme, entre la porte et le bord de la trémie, empêchant la fermeture hermétique. A ce point de vue, on ne saurait trop recommander le système de porte adopté par la Compagnie de l'*Ouest* qui répond à cette objection (fig. 803). La porte est constituée par un disque en fonte sans rebord, dressé à sa partie supérieure et qui peut tourner, dans le plan horizontal, autour d'un boulon vertical formant charnière, solidaire de la trémie. La fermeture et le serrage de la porte s'opèrent à l'aide d'un boulon semblable, diamétralement opposé, qui s'engage, lorsque le couvercle est fermé, dans une encoche qu'il porte à sa circonférence, et que l'on vient serrer au moyen d'un écrou à oreilles. Ce couvercle, étant très bien ajusté et venant se fermer comme une vanne, ne permet l'interposition d'aucun corps étranger entre sa surface de portage et celle de la trémie.

La figure 804 représente la trappe à coulisse des trémies de la *Compagnie d'Orléans* que l'on manœuvre à l'aide d'une tige filetée sur laquelle on agit à l'aide d'un levier à deux branches placé en un point facilement accessible du dehors.

On trouvera, fig. 779, une disposition qui a été placée sur quelques machines à grande vitesse de la Compagnie de l'*Est* (série 801-812), mais qui ne semble pas avoir donné satisfaction bien qu'elle fût en apparence très rationnelle. La porte n'était pas parfaitement étanche et la vaste capacité en

fonte, formant trémie, sujette à des échauffements et des refroidissements brusques, se fendait souvent.

On trouvera, fig. 799, la disposition de l'*Etat hongrois*.

328. Tuyère d'échappement. — Nous avons étudié plus haut, dans le paragraphe consacré à l'examen des boîtes à fumée, quelles étaient les dispositions générales des appareils placés dans ces dernières, quelle était la hauteur la plus favorable à donner à la tuyère d'échappement ; nous avons aussi parlé des échappements annulaires et circulaires ordinaires.

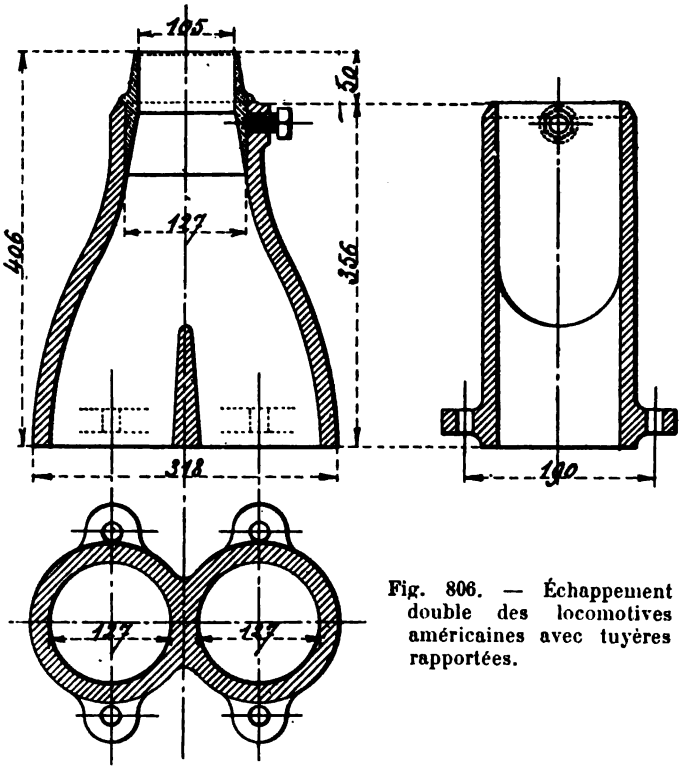


Fig. 806. — Échappement double des locomotives américaines avec tuyères rapportées.

Il nous reste actuellement à examiner quelles proportions il convient de donner à ces dernières, quels sont les avantages relatifs des échappements fixes et variables, enfin à décrire quelques-uns des très nombreux dispositifs appliqués dans la pratique pour réaliser la variation de la section de la tuyère.

Dans les locomotives européennes, il n'y a jamais qu'une tuyère commune pour les échappements des deux cylindres ; dans beaucoup, on pourrait presque dire dans la majorité des locomotives américaines, on dispose, au contraire, deux tuyères jumelles placées côte à côte transversalement et correspondant respectivement aux cylindres de droite et de gauche. Cette disposition, qui est la conséquence indirecte, suivie dans un but de simplicité, de l'arrangement usité pour réunir les deux cylindres et supporter la chaudière, n'est pas à recommander ; les deux tuyères n'étant pas exactement placées dans l'axe de la cheminée, il en résulte une diminution réelle de l'utilisation du jet d'échappement.

Les tuyères d'échappement peuvent être à section fixe ou variable ; dans

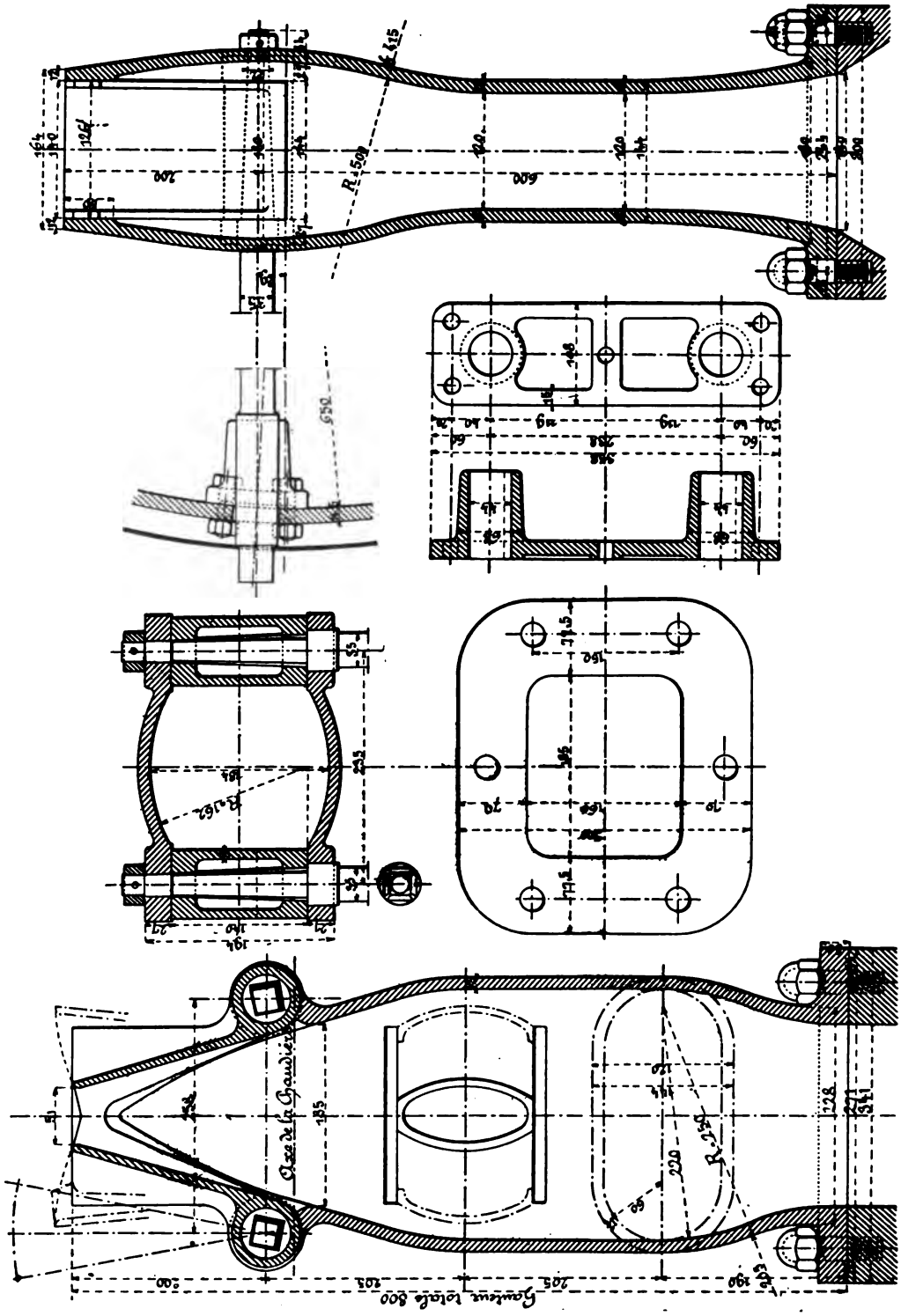


Fig. 807. — Type d'échappement variable à soupapes, *Chemins de fer de l'Est* (mach. de banlieue, 729 à 742).

le premier cas elles sont toujours de section circulaire ; dans le second cas, elles peuvent être rectangulaires.

L'opinion est très partagée en ce qui concerne les mérites relatifs des échappements fixes et variables. Nous avons vu plus haut que le réglage du tirage par l'échappement était en quelque sorte automatique et permettait, avec une assez grande approximation, de proportionner la production à la dépense. S'il est possible de faire varier aussi la section de la tuyère entre certaines limites, on pourra augmenter l'approximation de la solution. En outre, il sera plus facile de forcer à un moment donné la production, si une mauvaise veine de combustible ou un moment de négligence ont permis à la pression de tomber.

En effet, les tuyères fixes se trouvent un peu étroites quand, au moment

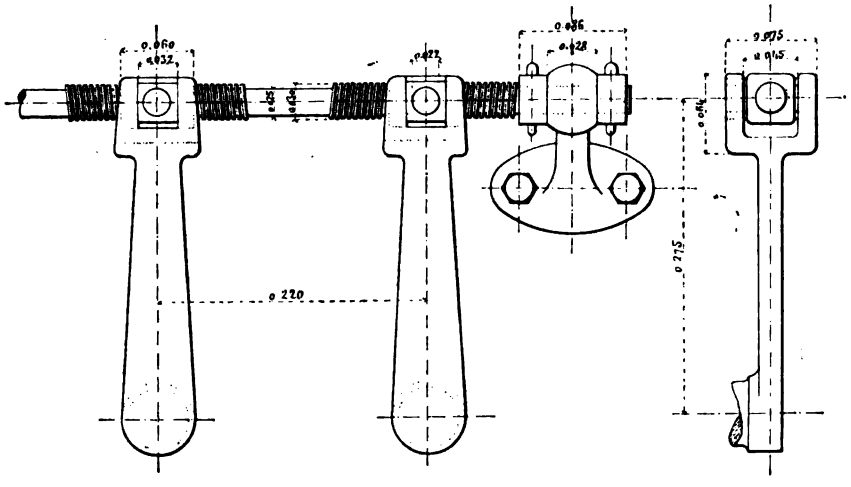


Fig. 808. — Commande des soupapes d'échappement variable (*Nord*).

des démarrages ou pour la montée des rampes, les coulisses sont abaissées et les coups d'échappement très violents, et un peu larges au contraire quand, en vitesse, la détente est poussée à son maximum ; la pression de la vapeur d'échappement peut alors être insuffisante pour créer dans la boîte à fumée une dépression proportionnelle au travail.

Dans quelques cas l'emploi de l'échappement variable devient particulièrement intéressant ; tel est particulièrement celui des locomotives qui doivent stationner quelque temps en un point situé au sommet d'une rampe d'assez forte inclinaison. Le feu, activé par les violents coups de l'échappement pendant la montée de la rampe, reste ardent pendant un laps de temps assez grand après que le régulateur est fermé ; la dépense étant nulle, la vapeur crache abondamment par les soupapes, d'où une perte de calorique et un bruit assourdissant qui peut être une gêne considérable dans les gares.

Quelques perfectionnements secondaires apportés à la locomotive peuvent, a-t-on dit, avoir sur l'économie du fonctionnement plus d'influence que l'emploi d'un bon système d'échappement variable ; mais c'est à la condition, bien entendu, que le personnel s'en serve rationnellement et avec mesure. C'est un fait à noter, du reste, que les échappements variables ne se sont répandus que dans les pays où les mécaniciens sont intéressés aux économies de combustible et reçoivent des primes. On peut craindre, en effet, que le personnel, quand il n'a d'autre souci que de faire l'heure, soit porté à serrer l'échappement d'une manière excessive et ne le laisse normalement dans cette position, ce qui donnera naissance à une plus forte contre-pression devant les pistons, pourra rendre le fonctionnement moins économique et

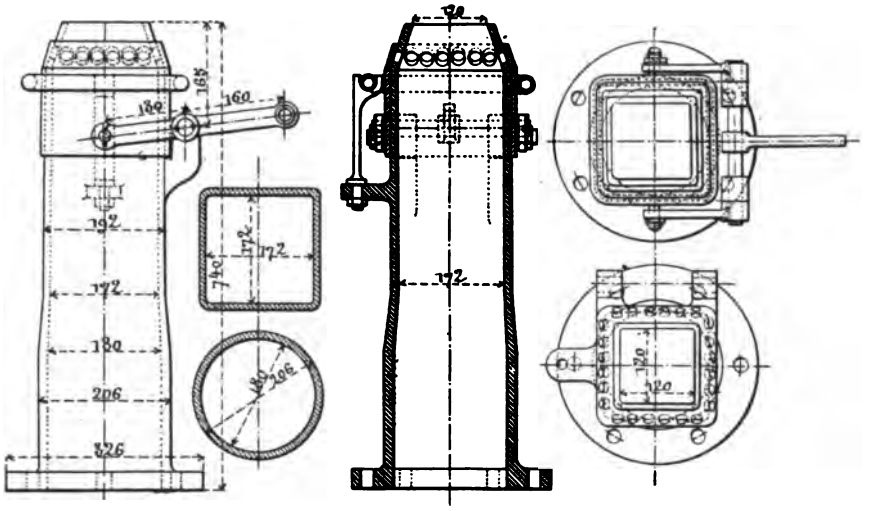


Fig. 809. — Échappement variable de l'*État belge*.

l'allure de la machine moins libre. Si en outre on néglige, pendant quelque temps, d'agir sur les appareils de l'échappement variable, les articulations, surtout celles qui se trouvent placées dans la boîte à fumée, peuvent devenir assez dures pour rendre la manœuvre de l'appareil à peu près impossible.

La fixité de l'échappement supprime ces inconvénients en même temps qu'elle constitue une simplification. Elle n'est pas toutefois sans inconvénients. La tuyère, dont la section ne varie pas avec le débit de vapeur ou, du moins, suivant la pression à l'échappement, se trouvera toujours à un moment donné ou trop grande ou trop petite ; dans le premier cas, elle permettra à la pression de tomber ; dans le second elle pourra créer sur les pistons une contre-pression exagérée. On s'attache, dans la pratique, à donner à cette tuyère fixe un diamètre moyen convenable pour la marche intermédiaire entre les allures lentes et forcées, de manière à éviter que les inconvénients que nous venons de signaler ne soient marqués.

En réalité, il est inutile de disposer des appareils dont le réglage puisse permettre toutes les variations de section intermédiaire entre les deux sections minimum et maximum compatibles avec les proportions de la machine. A la rigueur, il suffirait d'obtenir deux sections : l'une plus forte pour la marche à grande introduction, par exemple au moment du démarrage ou à la montée des rampes ; l'autre plus faible pour la marche en

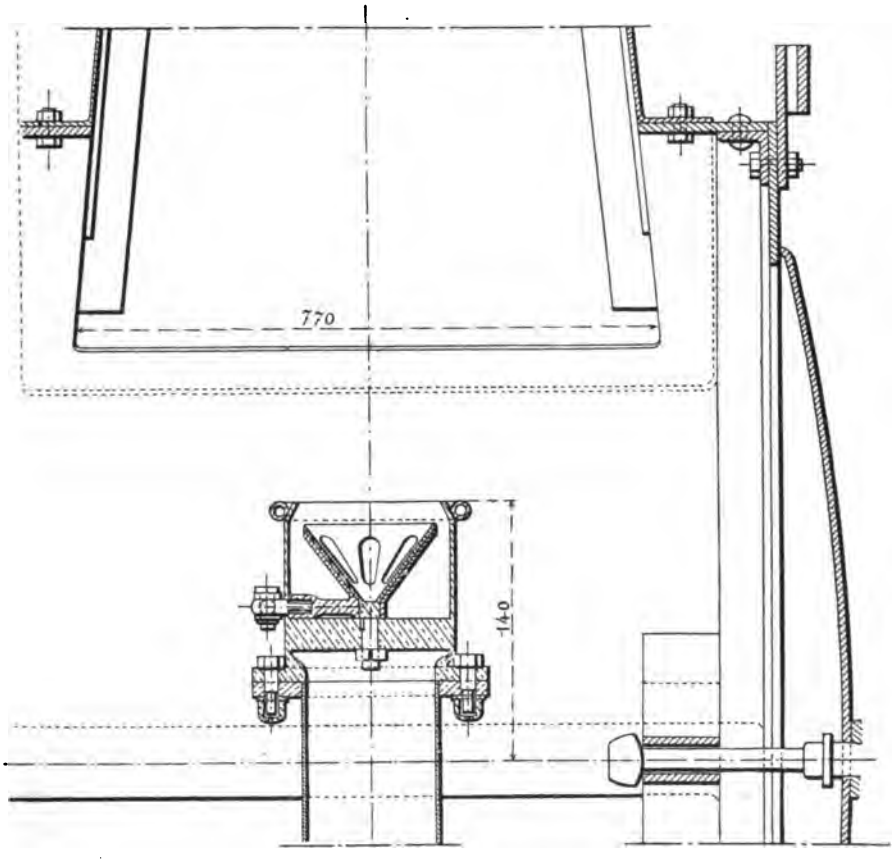


Fig. 810. — Échappement variable à papillon (*État belge*).

vitesse à introduction réduite. La solution approximative ainsi obtenue paraît suffisante pour les besoins de la pratique.

A part quelques exceptions, l'échappement fixe est usité d'une manière générale en Angleterre et aux États-Unis, et l'échappement variable sur le continent européen ; toutefois la Compagnie de l'*Ouest* a renoncé à son emploi sur beaucoup de ses machines récentes.

Nous avons vu, dans un autre paragraphe, que l'on employait fréquemment des échappements annulaires ayant pour but d'accroître les surfaces

de contact entre les gaz de la boîte à fumée et la veine de vapeur et d'augmenter l'effet utile de cette dernière. Cette disposition permet aussi, en disposant convenablement la base de la tuyère, d'opérer un appel plus énergique des gaz à travers les tubes inférieurs du faisceau de la chaudière, les produits de la combustion tendant toujours à suivre le chemin le plus court et à traverser de préférence les tubes du haut.

Les échappements fixes doivent donner au jet une forme bien nette et régulière, ce qui constitue l'un des principaux avantages qu'ils présentent

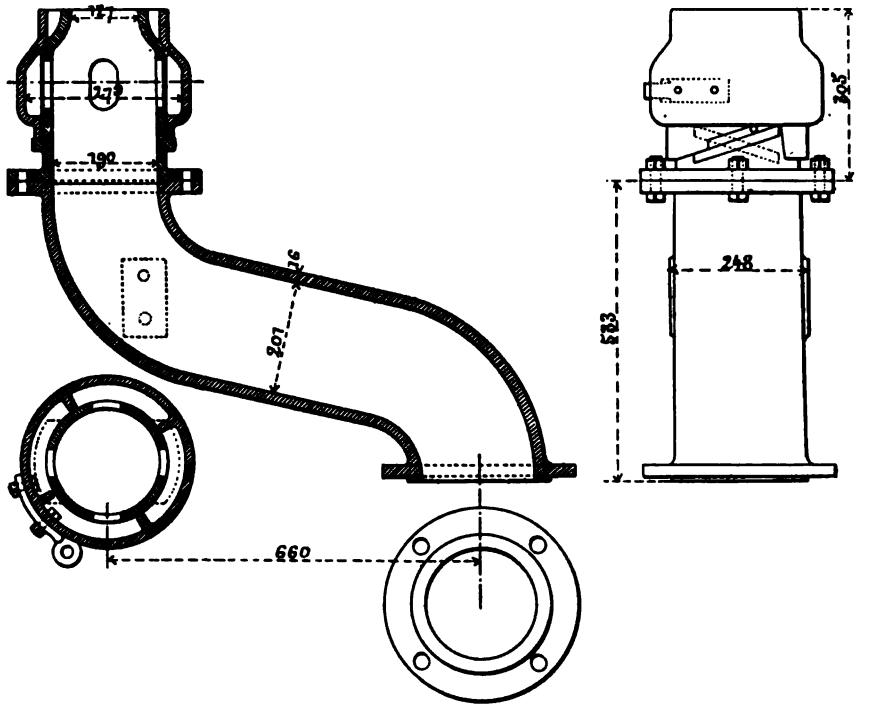


Fig. 811. — Échappement variable des machines de gare du *New York Central RR.*

sur les soupapes à section variable ; à cet effet, ils sont constitués par une couronne en bronze ou en fonte (fig. 774, 806) tournée intérieurement et rapportée à la partie supérieure de la colonne d'échappement.

On donne ordinairement aux échappements fixes, circulaires, un diamètre compris entre 0,110 m. et 0,140 m. ; le premier est un peu faible pour les machines modernes et le second un peu grand. Pour les locomotives ayant des cylindres d'un diamètre compris entre 0,440 m. et 0,500 m. avec une course de 0,610 m. à 0,660 m., le diamètre de tuyère le plus convenable paraît voisin de 0,130 m. Dans les locomotives compound où la vapeur se détend normalement davantage, on peut donner à la tuyère une section un peu plus grande.

L'échappement variable peut être considéré comme inutile sur les locomotives appelées à un service comportant des arrêts et des démarrages très fréquents, sur les machines de banlieue par exemple, le mécanicien ne pouvant pas, entre deux démarrages, se servir de ses soupapes d'échappement. Le seul but de ces dernières dans l'espèce consiste à trouver par expérience la section la plus convenable pour la marche normale, section que l'on ne modifie plus dans la suite. On arrive plus simplement au même résultat avec l'échappement fixe en rapportant les tuyères (fig. 806). Les constructeurs américains livrent les locomotives avec un jeu de trois ou quatre tuyères de diamètres différents que l'on essaie successivement en service jusqu'à ce que l'expérience ait indiqué celle qui donne les meilleurs résultats au point de vue à la fois de la production et de l'économie du fonctionnement. Ces tuyères sont entrées à frottement dur dans l'orifice supérieur du tuyau d'échappement et maintenues à l'aide d'une vis de pression.

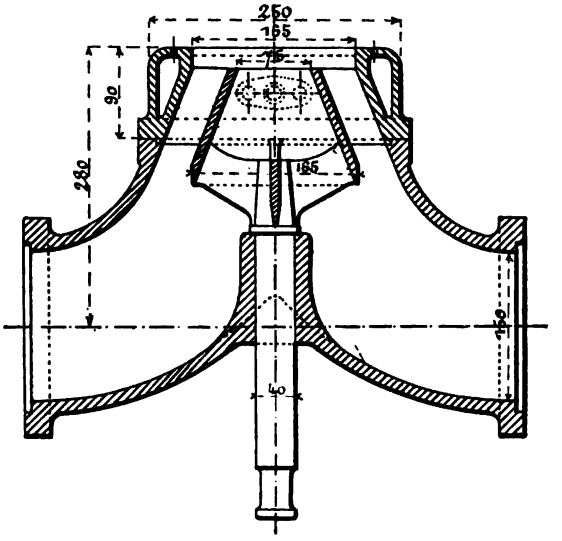


Fig. 812. — Échappement variable à cône de réglage.

Le nombre des dispositifs réalisés pour obtenir, dans de bonnes conditions, la variabilité de la section de la tuyère d'échappement, est très considérable et nous ne pouvons les décrire tous. Nous nous contenterons de citer les plus usités d'entre eux, qui se rattachent en somme à deux types. Dans le premier, à peu près seul usité en France (fig. 807, 808), on place à la partie supérieure de la tuyère deux clapets se faisant vis-à-vis, pouvant tourner autour d'axes horizontaux disposés à leur partie inférieure, et susceptibles de s'écarter ou de se rapprocher sous l'action d'une tringle à portée du mécanicien et qui les commande par des bras extérieurs sur lesquels on agit par de petites bielles ou par un double filet de vis (fig. 808). Ces soupapes sont comprises entre deux cloisons parallèles placées dans un plan perpendiculaire à leur axe d'oscillation, et qui servent à empêcher le jet de vapeur de s'échapper sur le côté. Les axes des soupapes sont placés en long ou en travers.

Ce système présente l'inconvénient de diriger le jet obliquement par rapport à l'axe de la cheminée si l'entretien des soupapes et de leurs articulations laisse à désirer ; en outre, elles n'offrent pas une section circulaire et il

vaut mieux que le jet d'échappement ait une section de même forme que la cheminée.

Dans le second type, on emploie des échappements circulaires dont on modifie la section par différents procédés, par exemple à l'aide d'une soupape conique dont on fait varier la position verticale dans la tuyère. Nous avouons préférer ce type au précédent ; il est plus simple et moins sujet à se dérégler, donne au jet d'échappement une section circulaire, ce qui est un peu plus avantageux au point de vue de l'utilisation de la vapeur d'échappement et il dirige toujours exactement ce jet suivant l'axe de la cheminée.

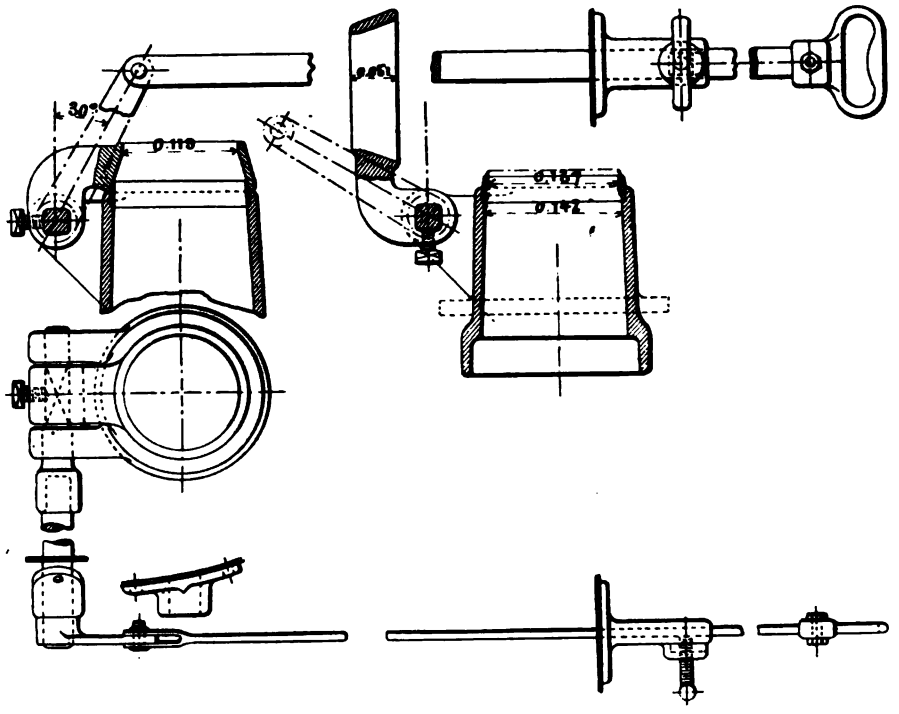


Fig. 813. — Échappement variable ; système Macallan.

Comme exemple de ce type d'échappement nous donnerons celui des Chemins de fer *roumains* (fig. 812) qui se comprend à la première inspection ; celui de l'*État belge* (fig. 809) qui constitue normalement une tuyère fixe rectangulaire de 0,120 m. de côté dont la section peut être accrue momentanément par la levée d'une sorte de soupape en forme de pyramide. L'administration de l'*État belge* emploie aussi des échappements variables à papillon dont un type est représenté fig. 810. La tuyère est rectangulaire parce que telle est la section de la cheminée.

On trouvera, fig. 811, un exemple isolé de tuyère variable appliquée en Amérique aux machines de gare du *New York Central RR* et qui repose sur

le même principe ; la section toutefois est circulaire comme celle de la cheminée.

Un très bon exemple d'échappement variable nous est donné par le dispositif de *Macallan* adopté par un assez grand de locomotives du *Great Eastern Ry* et qui répond à la solution approximative dont nous avons parlé plus haut. Cet appareil, dérivé d'un type usité en Allemagne autrefois et perfectionné, ne permet d'obtenir que deux sections différentes, ce qui est suffisant dans la pratique ; mais on peut aussi le disposer pour en donner trois. On peut rabattre à l'aide d'une tringle manœuvrable à la main (fig. 813) sur le haut de la tuyère d'échappement un chapeau tronconique mobile autour d'une charnière horizontale et qui diminue la section dans le rapport voulu. On peut passer presque instantanément de l'échappement large à l'échappement serré. Pour éviter que les escarbilles interposées entre les deux surfaces ne forcent le chapeau à prendre une position oblique, celui-ci vient reposer sur une partie circulaire coupante. La hauteur du chapeau mobile est d'ailleurs assez faible pour que, même s'il prend une légère inclinaison, il ne puisse dévier le jet d'échappement et le diriger obliquement dans la cheminée.

On a essayé dernièrement aux États-Unis avec succès, paraît-il, une disposition nouvelle qui paraît intéressante et semble devoir remédier à deux des principaux inconvénients que présentent les systèmes à échappement variable. La soupape d'échappement variable fonctionne automatiquement ; la tringle qui la commande est reliée au mécanisme de relevage, de telle sorte que la section de la tuyère soit maximum quand, au moment du démarrage, les coulisses se trouvent à fond de course. A mesure que l'on relève ces dernières et que la pression de l'échappement diminue, la soupape vient rétrécir progressivement la section de la tuyère.

On peut obtenir la même solution qu'avec la tuyère à section variable en dérivant au dehors une portion de la vapeur d'échappement lorsque les conditions du fonctionnement tendent à rendre le tirage trop intense. On peut employer cette vapeur à réchauffer l'eau du tender.

Un grand nombre de locomotives des Compagnies du *North British* et du *Brighton* ont été munies de la dérivation au tender opérée à l'aide d'un tuyau venant se brancher sur la base de la colonne d'échappement et portant un robinet à la main du mécanicien. On utilise ainsi le calorique de la vapeur au réchauffage de l'eau d'alimentation, ce qui est un facteur d'économie sérieux ; mais on introduit une certaine complication et la haute température à laquelle se trouve alors l'eau d'alimentation ne permet que difficilement l'usage des injecteurs et ne se prête même à l'usage des pompes alimentaires que grâce à des modifications importantes apportées à celles-ci pour leur permettre leur amorçage avec une eau à haute température.

La Compagnie d'*Orléans* emploie dans quelques machines les réchauffeurs *Lencauchez* comportant un dégraisseur ayant pour but d'éviter l'introduction, dans les chaudières, des matières grasses provenant de la lubrification des cylindres et entraînées par la vapeur d'échappement.

Depuis quelques années, la Compagnie du *Nord* a appliqué à certains types de locomotives la dérivation au dehors opérée à l'aide d'un tuyau aplati placé à l'intérieur de la cheminée, contre les parois de celles-ci et mon-

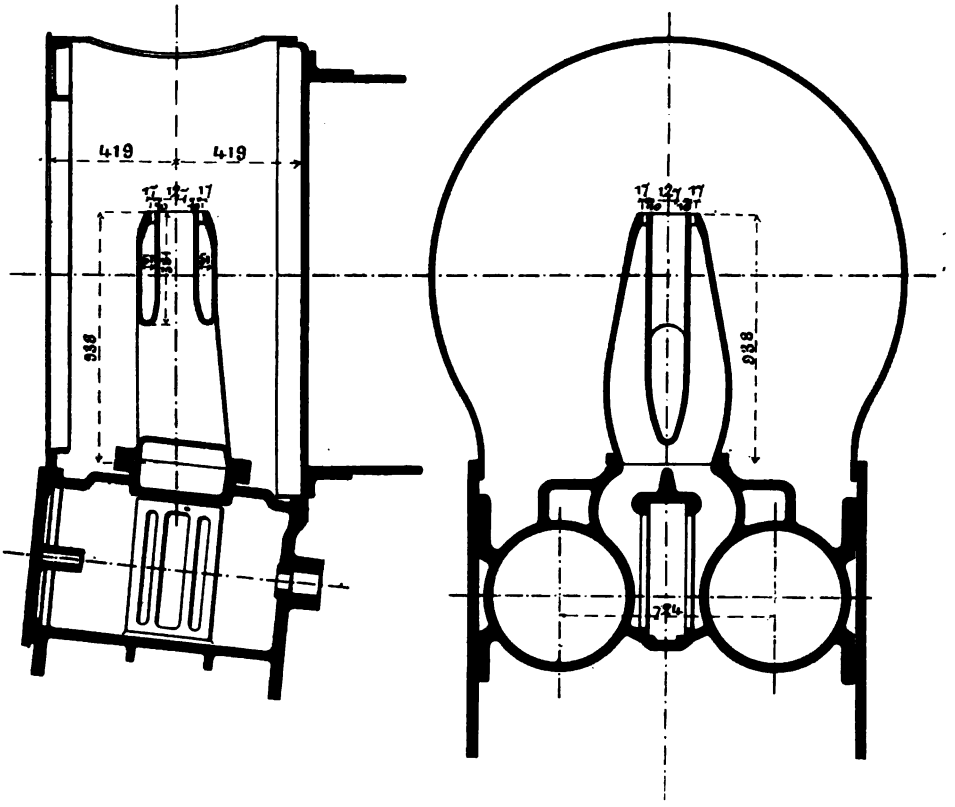


Fig. 814. — Échappement annulaire, système *Adams*.

tant jusqu'à sa partie supérieure. L'extrémité inférieure de ce tuyau vient se brancher sur la colonne d'échappement par une culotte dont l'orifice se trouve bouché ou démasqué par un clapet à la main du mécanicien. Ce système, même employé avec une tuyère fixe, revient en somme à l'emploi d'un échappement variable. Il présente toutefois avec les appareils de ce genre examinés plus haut cette différence que la quantité de vapeur s'échappant par le tuyau auxiliaire, étant dirigé directement au dehors, ne sert aucunement à activer le tirage. On diminue donc, non seulement la pression de la vapeur à la base de la tuyère, mais aussi le poids de vapeur passant à travers celle-ci par unité de temps.

Nous avons dit plus haut que, autant pour accroître l'efficacité du jet que pour assurer une meilleure répartition du tirage sur toute la section du faisceau tubulaire, on employait fréquemment des échappements annulaires plus ou moins dérivés de celui d'Adams. On en trouve de nombreux exemples empruntés à des locomotives de diverses administrations, un grand nombre d'entre elles ayant, soit à titre d'expérience, soit couramment, appliqué de semblables échappements à plusieurs de leurs types de machines. Nous citerons en particulier les Compagnies du *Nord* et de l'*Ouest* en France, du *Grand Central belge*, plusieurs Compagnies anglaises, suisses; les chemins de fer de l'*État autrichien*, etc. (fig. 786, 787, 795, 796, 814).

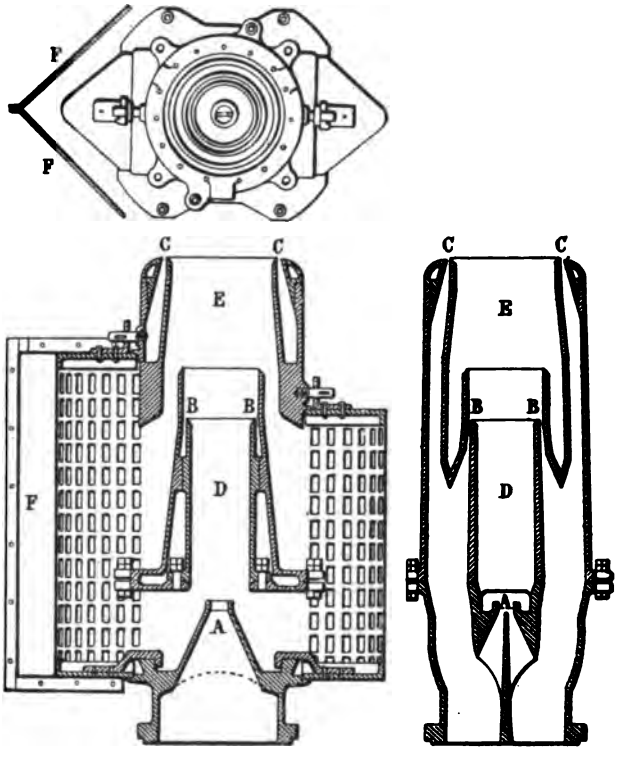


Fig. 815. — Échappement annulaire multiple de Smith.
Boston and Maine Railroad.

Dans ces appareils, qui affectent des dispositions très variées, la vapeur d'échappement sort par une couronne remplaçant la tuyère ordinaire; les gaz peuvent venir par l'ouverture centrale de la tuyère, en contact avec la surface intérieure de la nappe annulaire ainsi formée. L'action du jet peut être plus efficace par suite de l'accroissement de cette surface de contact. En outre, nous l'avons dit, cet appareil divise l'aspiration en deux courants dont l'un détermine un appel énergique à travers les tubes des rangées inférieures que les produits de la combustion ont naturellement tendance à éviter.

L'emploi de ces tuyères paraît donner une certaine économie due à la réduction de contre-pression sur les pistons — l'efficacité du jet étant meilleure, on peut accroître, à tirage égal, la section de la tuyère et la meilleure répartition du tirage dans toute la section des tubes, ce qui accroît la surface de chauffe effective et réduit un peu la vitesse des gaz dans les tubes supérieurs.

On emploie parfois aux Etats-Unis un type particulier d'échappement annulaire (système Smith), à triple tuyère, représenté fig. 815 dans son appli-

cation aux locomotives express du *Boston and Maine Ry*[1], et qui donne, paraît-il, des résultats remarquables. La vapeur s'échappe par les quatre couronnes marquées A, B, C, formant une sorte d'éjecteur genre Koerting. Les gaz sont appelés et circulent d'abord par le dehors de l'appareil comme avec les échappements ordinaires, puis par les conduits D et E. L'accès à ces derniers est défendu par un grillage en tôle perforée ou en toile métallique empêchant les escarbilles de venir se loger dans les couronnes servant de passage aux gaz et les boucher ou en user les arêtes. Dans les locomotives considérées, la section totale des trois tuyères correspond à celle d'un échappement circulaire ayant 0,128 m. de diamètre, ce qui est notablement moins que les échappements ordinaires des locomotives du même type.

La Compagnie de *P.-L.-M.* emploie un dispositif spécial représenté fig. 780, 781. La tuyère d'échappement est placée à la base de la cheminée, au-dessous d'un noyau métallique rapporté suivant l'axe de la cheminée et qui épanouit en cône élargi la veine de vapeur d'échappement augmentant sa surface de contact avec les gaz. La section de la cheminée est annulaire. La couronne du souffleur est aussi placée à la base du noyau et son jet, quand elle fonctionne, vient s'épanouir de la même manière sur la surface conique de cet appareil.

En résumé, la meilleure position de la tuyère d'échappement paraît correspondre à la hauteur de la rangée supérieure des tubes; on peut recommander de prolonger vers le bas, jusqu'à cette tuyère, à l'aide d'un cône, la cheminée. L'échappement fixe peut être suffisant dans la plupart des cas. L'échappement variable est une complication qui n'offre d'avantages que si l'on est assuré que le personnel est capable d'en faire un bon usage.

Les échappements annulaires donnent de bons résultats à la condition d'être disposés rationnellement.

329. Souffleur. — Pendant les stationnements, le tirage de la locomotive est presque nul; il peut être nécessaire de l'activer pour faire remonter la pression, parfois même simplement pour l'empêcher de baisser et souvent, dans les gares, pour éviter la production de la fumée. On obtient ce résultat en produisant un appel d'air à travers le foyer par l'action d'un jet de vapeur emprunté à la chaudière et dirigé de bas en haut à travers la cheminée.

Dans les anciennes locomotives, le souffleur consistait simplement en un petit tuyau de 12 à 15 mm. de diamètre aboutissant vers la base de la cheminée et dirigeant la vapeur verticalement à l'intérieur de celle-ci de bas en haut. Actuellement, on préfère presque toujours les souffleurs annulaires formés par une couronne creuse en bronze ou en cuivre communiquant avec

[1] Voir le *Railroad Gazette* du 19 juin 1896.

le tuyau du souffleur (fig. 816). Cette couronne, percée de petits trous à sa partie supérieure, est ordinairement placée autour de la tuyère d'échappement, du moins dans les locomotives ayant l'échappement fixe ; elle est toujours, en tous cas, disposée de manière que son centre corresponde à

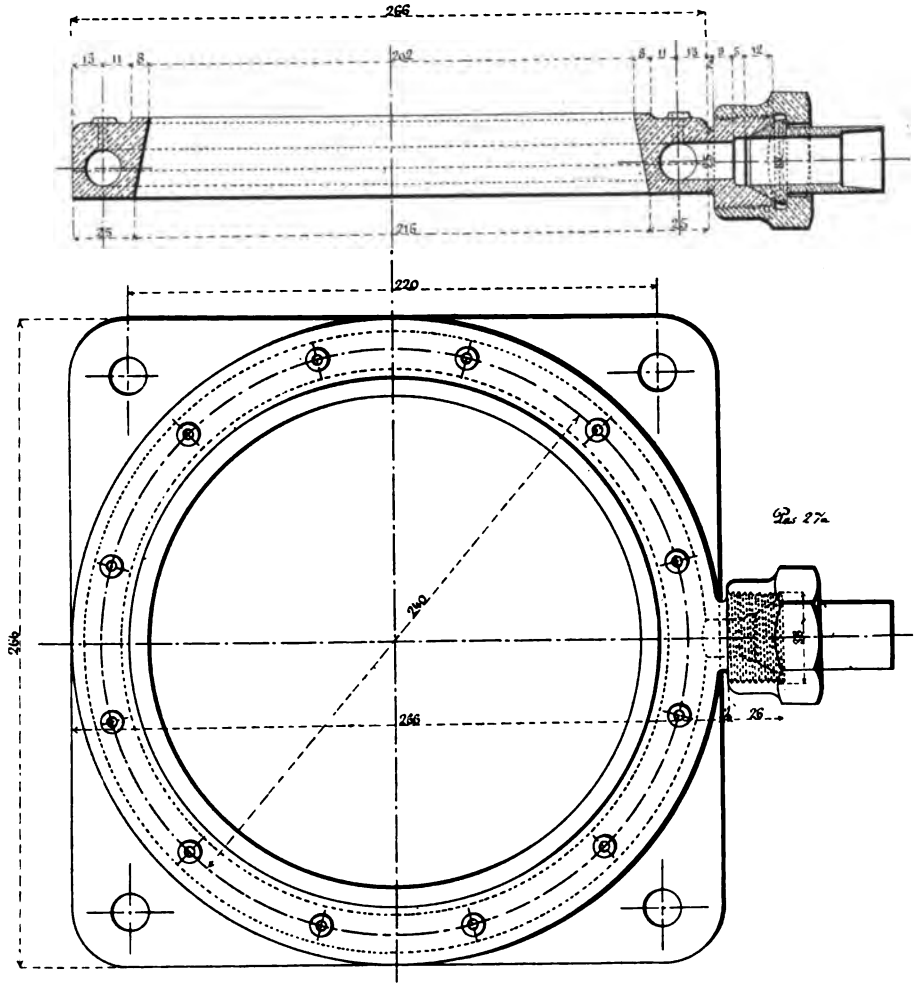


Fig. 816. — Couronne du souffleur, surmontant la tuyère d'échappement, fixe, type des *Chemins de fer de l'Ouest*.

l'axe de la cheminée. Le jet de vapeur, étant ainsi plus divisé, entre en contact plus intime avec les gaz, ce qui augmente notablement son effet utile.

Le tuyau du souffleur prend la vapeur à l'intérieur du dôme. Il comporte, à sa sortie de la chaudière, un robinet extérieur manœuvrable de la plate-forme à l'aide d'une tringle parallèle à la main courante. Ce robinet est du type ordinaire ou à garniture d'amiante, plus souvent à vis.

Les constructeurs anglais, dans leur désir de conserver aux machines un

aspect simple, placent le tuyau du souffleur à l'intérieur de la boîte à fumée; il sort de la chaudière par le haut de la plaque tubulaire avant. Le robinet à vis est souvent placé contre cette plaque même et manœuvré par une tringle intérieure sortant de la chaudière par la face arrière, à travers un presse-étoupes. On préfère aujourd'hui placer le robinet du souffleur sur le côté de la boîte à fumée à l'extérieur, le tuyau restant intérieur; l'arrivée et la sortie de vapeur s'effectuant par une double tubulure servant de pied et de support au robinet sur l'enveloppe. On trouvera plus loin le dessin d'un robinet de souffleur à amiante appartenant à un modèle de ce genre adopté depuis quelques années par la Compagnie de l'*Ouest*, et le robinet du souffleur des locomotives de la Compagnie d'*Orléans*.

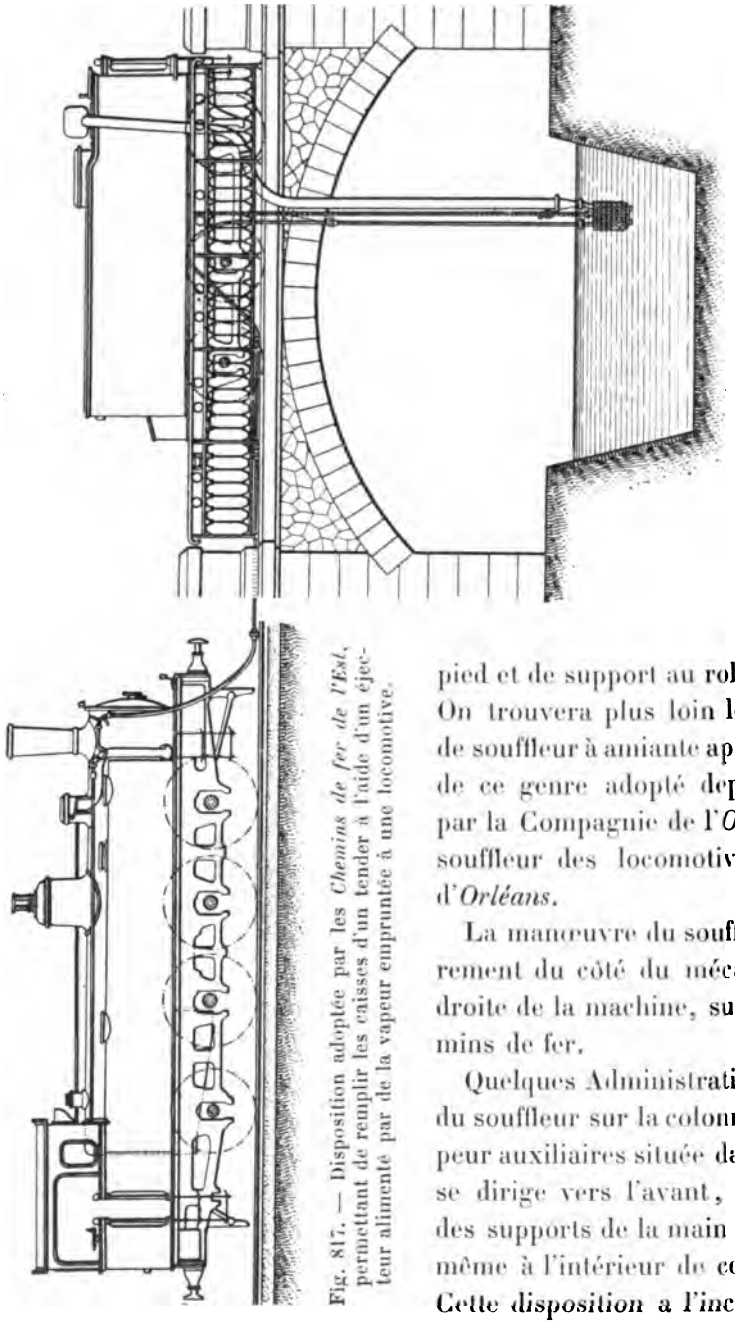


Fig. 817. — Disposition adoptée par les *Chemins de fer de l'Est*, permettant de remplir les caisses d'un tender à l'aide d'un éjecteur alimenté par de la vapeur empruntée à une locomotive.

La manœuvre du souffleur se place ordinairement du côté du mécanicien, c'est-à-dire à droite de la machine, sur la plupart des chemins de fer.

Quelques Administrations placent le robinet du souffleur sur la colonnette des prises de vapeur auxiliaires située dans l'abri, et le tuyau se dirige vers l'avant, le long par exemple des supports de la main courante, quelquefois même à l'intérieur de celle-ci qui est creuse. Cette *disposition* a l'inconvénient de donner lieu à des condensations importantes, le souffleur crachant un mélange d'eau et de vapeur jusqu'à ce que le tuyau soit bien réchauffé.

La Compagnie de l'*Est* dispose maintenant sur le côté droit de ses loco-

motives, à l'avant, un robinet à trois voies placé en un point intermédiaire du tuyau qui conduit la vapeur du robinet du souffleur à la couronne de ce dernier et dont il établit, quand cela est nécessaire, la continuité par sa clé et la colonnette creuse qui lui sert de support[1]. Ce robinet est destiné à permettre une prise de vapeur facile et rapide par l'emmanchement, dans le cône creux dont il est muni, d'un contre-cône maintenu par un étrier à vis et servant d'amorce à une conduite volante destinée à fournir la vapeur pour divers usages énumérés ci-dessous, à savoir : le ramonage des tubes à la vapeur, soit de la locomotive elle-même, soit d'une autre machine, froide, placée à côté dans le dépôt ; le soufflage, dans la cheminée d'une machine froide en allumage, de la vapeur provenant d'une machine voisine en pression, ce qui permet de réduire de une heure et demie la période de mise en pression ; le réchauffage des bouillottes à eau chaude dans les gares peu importantes où l'installation d'une chaudière spéciale n'est pas justifiée ; le réchauffage de l'eau des réservoirs des lavabos dans les dépôts ; le fonctionnement d'une alimentation de fortune au moyen soit d'un pulsomètre, soit d'un éjecteur, comme le montre la figure 817.

330. Enveloppe des chaudières. — La perte de calorique par rayonnement, dans les chaudières locomotives exposées aux intempéries et au courant d'air violent créé par la vitesse, serait considérable si on ne prenait la précaution de les recouvrir d'une enveloppe isolante qui améliore en outre l'aspect des machines.

On se contente ordinairement, en France, d'une enveloppe mince en tôle d'acier ou en laiton maintenue à quelque distance de la chaudière par une carcasse en cornières ou en fers plats. Le matelas d'air interposé entre la chaudière et son enveloppe forme une chemise isolante qui réduit dans une proportion considérable les pertes par rayonnement. A l'étranger, particulièrement en Angleterre et aux Etats-Unis, on ne se contente pas de ce matelas d'air : on interpose, entre les deux enveloppes, soit des douves jointives en bois, soit un mastic calorifuge, qui protègent mieux la tôle d'enveloppe contre le rayonnement qu'une simple couche d'air ; c'est à son emploi que l'on doit surtout attribuer la remarquable conservation des peintures des locomotives anglaises. En outre, il renforce la tôle et empêche la formation aussi rapide de bosses et de creux sous l'action des chocs divers auxquels les enveloppes sont soumises en service, particulièrement dans les dépôts lors des réparations.

Des tôles d'enveloppe se font ordinairement en acier très mince; toutefois, deux Compagnies françaises, celles de *Lyon* et d'*Orléans*, préfèrent le laiton. La première le peint, la seconde le laisse poli.

[1]. Voir la *Revue générale des Chemins de fer*, n° de mars 1896.

Quand les boîtes à fumée sont en saillie, on ne leur donne jamais d'enveloppe; quand elles sont cylindriques, on les recouvre presque toujours d'une enveloppe formée par le prolongement de celle du corps cylindrique

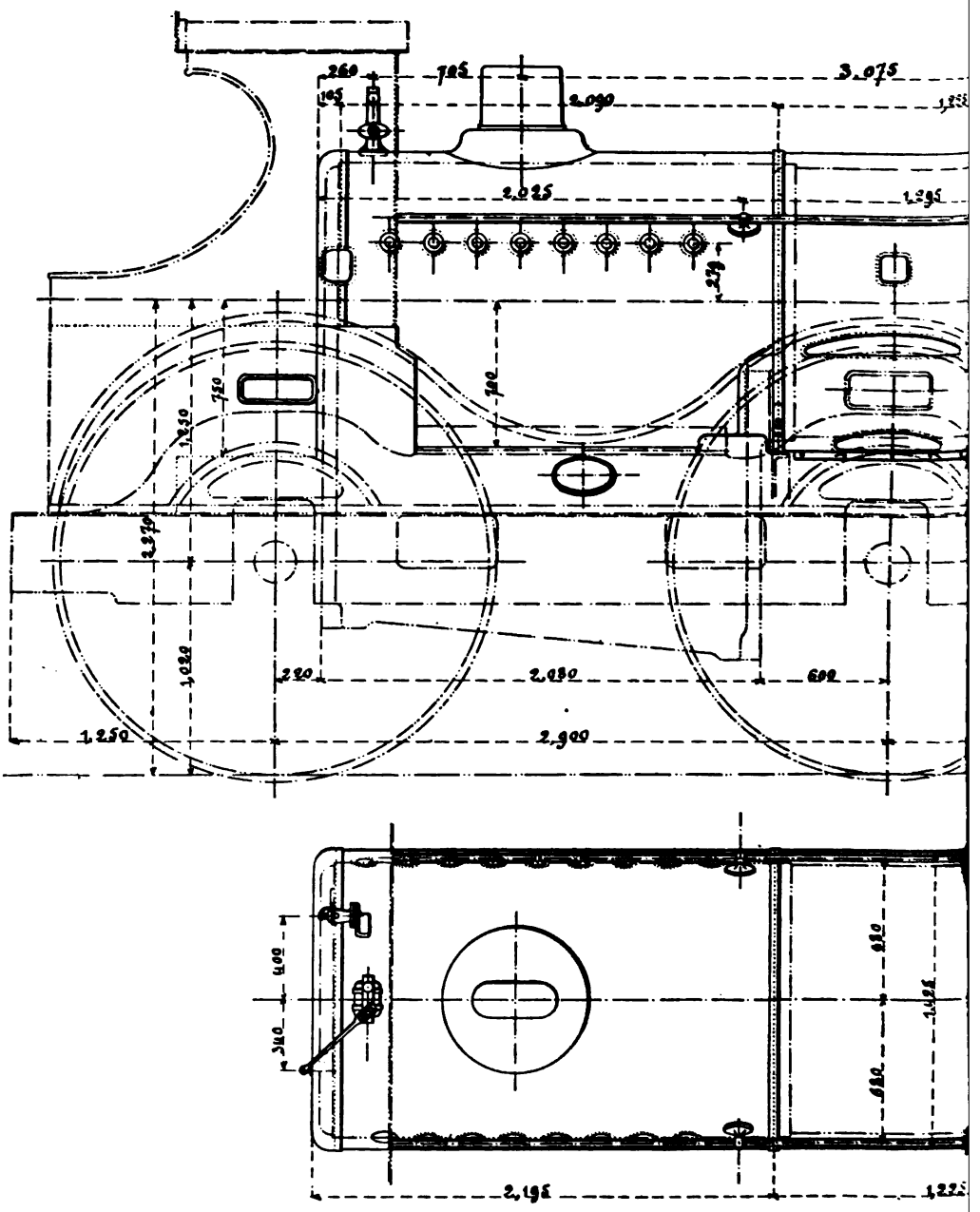
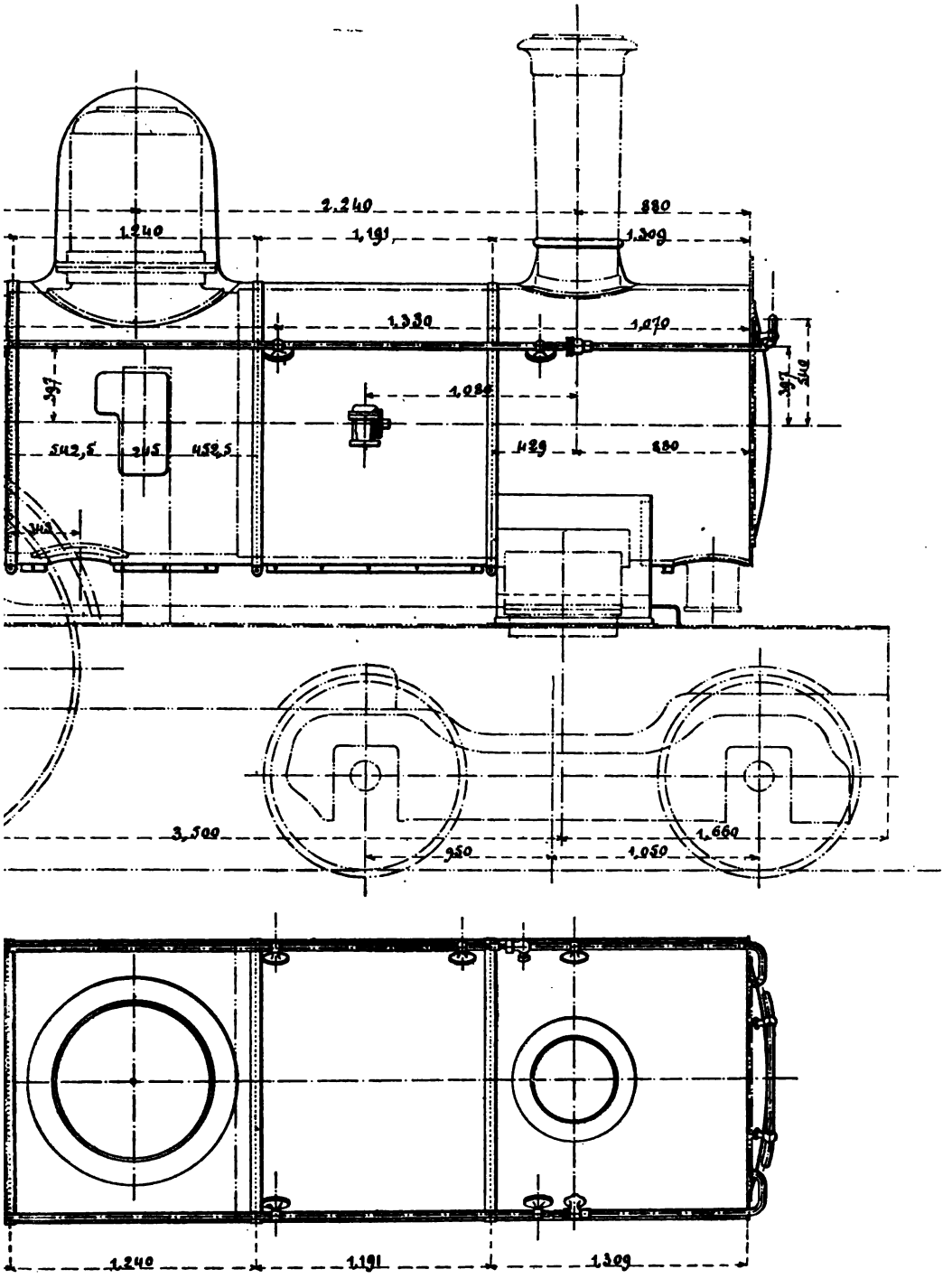


Fig. 818-819. — Disposition générale de l'hallillage et de l'enveloppe d

(fig. 777 778). On s'en dispense cependant parfois, par exemple dans les



idière. Locomotives à grande vitesse (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

machines américaines (fig. 791-792), dans beaucoup de machines allemandes

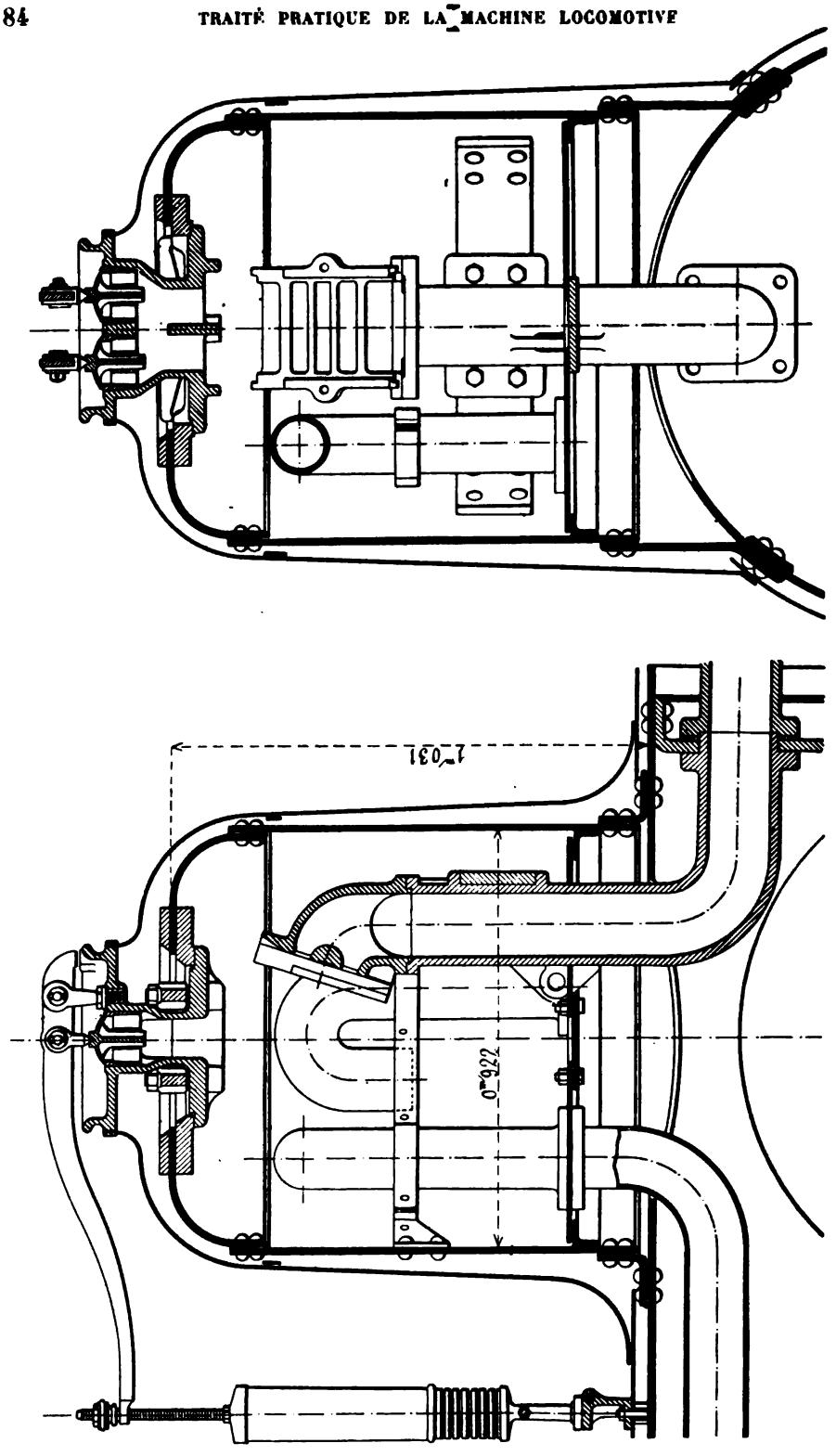


Fig. 820. — Dôme de prise de vapeur (*P.-L.-M.*), montrant la disposition des soupapes de sûreté, du col de cygne du régulateur et de l'épurateur de vapeur.

et autrichiennes ; cette pratique a été suivie pour les dernières locomotives de la Compagnie de l'*Ouest* (fig. 34 et 59).

Ces tôles doivent être planées ou cintrées avec le plus grand soin, de manière à présenter un aspect satisfaisant et à ne donner lieu à aucun jeu de lumière. Les parties arrondies sont embouties avec soin. Les joints sont dissimulés par des cercles en fer ou en laiton, serrés à l'aide d'une vis placée sous la chaudière, qui servent en outre à maintenir le tout.

L'enveloppe placée autour de la chaudière en augmente notablement le diamètre extérieur; aussi est-on fréquemment amené à pratiquer des parties en creux en certains points du corps cylindrique pour loger la partie supérieure des roues (fig. 818, 819) et, quand les cylindres sont intérieurs, les têtes de bielles motrices à la partie supérieure de leur course.

L'enveloppe doit être peinte avec d'autant plus de soin que la chaleur a une action nuisible sur les peintures. La série des opérations pour cette peinture est généralement la suivante : un nettoyage à l'essence, une couche de vernis coupé à l'essence, une couche de gris, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage, une couche de vernis à finir.

La peinture des locomotives est une opération assez coûteuse, et dont certaines Compagnies cherchent à se dispenser. La Compagnie d'*Orléans*, nous l'avons déjà dit, ne recouvre d'aucune peinture les enveloppes en laiton des chaudières de ses locomotives. Aux États-Unis, on emploie d'une manière générale les tôles russes qui sont oxydées et brunies. Ce procédé est également employé en Suisse et dans quelques autres pays. La couche d'oxyde qui recouvre ces tôles se détachant lorsqu'on les cintre sur un petit rayon, on ne peut employer ce genre d'enveloppe pour les parties embouties, les arrondis du foyer, le dôme, etc. On emploie, pour ces parties, des tôles d'acier ordinaire que l'on peint. Les tôles russes sont d'un aspect assez satisfaisant quand elles sont neuves, mais la couche d'oxyde ne résiste pas à de fréquents nettoyages et elles se rouillent bientôt à l'humidité si on ne prend pas la précaution de les enduire de suif, et de les entretenir avec soin.

Il semble que l'on soit plutôt porté actuellement aux États-Unis à restreindre qu'à développer l'emploi des tôles russes et que l'on tende à employer maintenant des tôles peintes qui entraînent des frais un peu plus grands au moment de la construction, mais demandent moins de soin et d'attention en service.

On attache de plus en plus d'importance à améliorer l'aspect des locomotives et à faciliter le nettoyage des parties extérieures en disposant convenablement les enveloppes, en adoptant des formes simples, régulières et nettes. Les machines anglaises peuvent être considérées à cet égard comme des modèles que l'on tend à imiter un peu partout, en Europe comme aux États-Unis.

331. Soupapes de sûreté. — En vertu d'un décret du 25 janvier 1865, toute chaudière locomotive doit être munie de deux soupapes de sûreté au moins, chargées de manière à laisser la vapeur s'écouler dès qu'elle atteint la pression maximum du timbre.

Nous n'avons pas à insister ici sur la partie théorique ni sur les principes relatifs à l'établissement des soupapes de sûreté en général, sujet traité dans plusieurs ouvrages[1].

Les soupapes de sûreté doivent en principe répondre aux conditions suivantes :

Se lever dès que la pression dépasse le timbre de la chaudière;

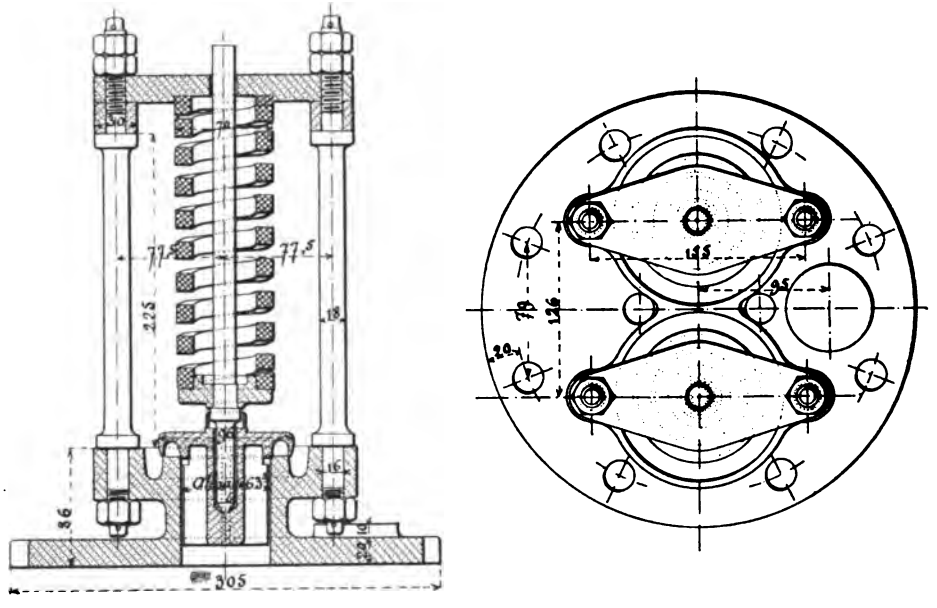


Fig. 821. — Soupapes de sûreté à charge directe, du système Adams.
Type des *Chemins de fer de l'Est.*

Retomber sur leur siège aussitôt que la pression redescend à celle du timbre;

Être capables de débiter toute la vapeur fournie par la chaudière à une allure relativement forcée;

Ne pas être susceptibles d'être calées par les agents.

Ces conditions ne sont certes pas remplies intégralement dans la pratique, mais on s'en rapproche chaque jour à mesure que les appareils se perfectionnent.

Les soupapes de sûreté, dans les locomotives, peuvent se placer en un point

[1] Et en particulier dans l'important ouvrage de M. G. Richard : *La Chaudière locomotive*, ou dans le *Traité de la machine à vapeur*, de M. E. Sauvage.

quelconque de la chaudière; quand ces soupapes sont à balance, elles se placent ordinairement sur le dôme ; si elles sont à charge directe, elles se placent sur le dôme ou sur une colonnette située au-dessus du foyer. En principe, il semble préférable de mettre les soupapes au-dessus du foyer dans la partie où la vaporisation est la plus active, bien que l'on puisse reprocher à cette disposition d'entraîner parfois des ébullitions quand les soupapes viennent à cracher très brusquement.

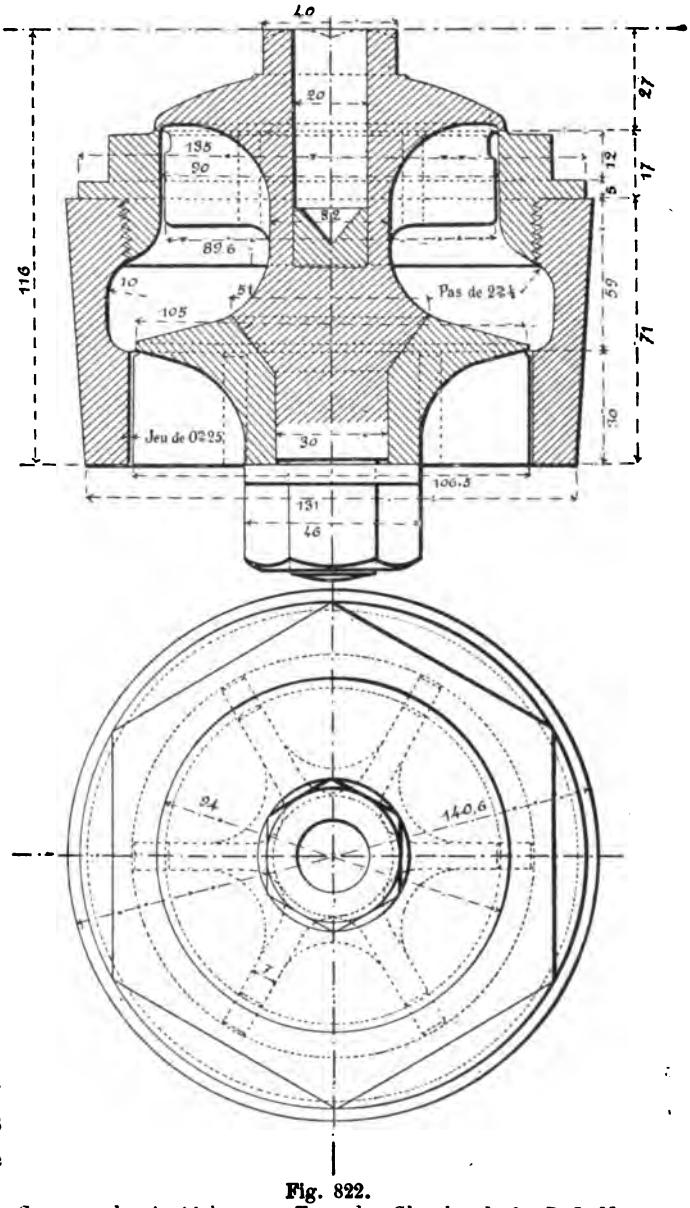
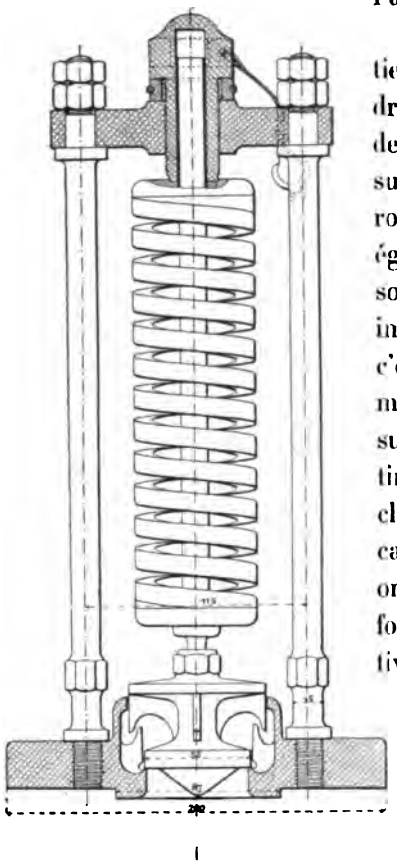


Fig. 822.
Soupape de sûreté à gorge. Type des *Chemins de fer P.-L.-M.*

Quand les chaudières sont assez hautes et volumineuses ou les dômes assez élevés pour affleurer en haut le gabarit, on place les soupapes à charge directe sur le côté du dôme (Paris-Orléans, fig. 23).

Le nombre minimum de soupapes imposé par le règlement est toujours respecté, mais beaucoup de machines ont trois soupapes. C'est particulièrement le cas des locomotives ayant des soupapes à balance sur le dôme et auxquelles on ajoute une ou deux soupapes à charge directe placées sur le corps cylindrique ou plus souvent au-dessus du foyer. Les soupapes d'une même chaudière peuvent appartenir au même type ou à des types différents, on rencontre par exemple les dispositions suivantes : deux soupapes à balance, ou deux soupapes à charge directe, ou une soupape à balance sur le dôme et une soupape à charge directe au-dessus de

la boîte à feu, ou deux soupapes à balance et une soupape à charge directe à l'arrière et inversement.



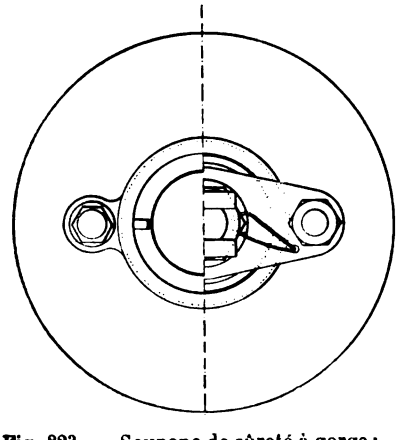


Fig. 823. — Soupape de sûreté à gorge ; système Lethuillier-Pinel (*Ouest*).

Chacun de ces appareils se compose essentiellement d'une soupape en bronze tournée et dressée, s'appliquant sur un orifice circulaire de la chaudière et formant, lorsqu'elle repose sur son siège, un joint étanche et parfaitement rodé. Cette soupape est chargée d'un poids égal à celui qu'elle supporte de bas en haut sous l'action de la vapeur lorsque la pression intérieure atteint la tension limite du timbre, c'est-à-dire d'une charge égale, en kilogrammes, au produit de la pression limite par la surface libre de la soupape exprimée en centimètres carrés. Dans les chaudières fixes, cette charge est obtenue à l'aide d'un poids. A cause des trépidations, dans les locomotives, on est obligé d'employer des ressorts. Autrefois, presque toutes les soupapes de locomotives, montées dans une cuvette placée à l'arrière au-dessus de la boîte à feu ou sur le dôme, étaient à balance et ce système est encore employé par quelques administrations. Dans ce système un levier, articulé par une extrémité, était pressé à l'autre de haut en bas, par un ressort à boudin réglable (fig. 820). Ce levier s'appuie sur la soupape, par l'intermédiaire d'une sorte de couteau, en un point très rapproché de son articulation. La tension du ressort est donc multipliée par le rapport des bras de levier. Le ressort est placé dans une enveloppe en laiton et porte une aiguille indiquant la pression correspondante à tout serrage donnée sur une échelle graduée, gravée sur la boîte, à l'extérieur. Le plus souvent, les deux soupapes sont disposées côte à côte et parallèlement. Dans certains cas, on préfère placer une soupape sur le dôme et l'autre sur l'arrière.

Les seules administrations importantes qui aient conservé d'une manière à peu près exclusive l'emploi des soupapes à balances sont, en France : les Che-

mins de fer de *P.-L.-M.* et de l'*État*, en Angleterre les Compagnies de *Brighton* et du *Midland;* en Allemagne et aux États-Unis elles ne sont plus employées. En France, la Compagnie d'*Orléans* emploie encore beaucoup de balances, mais concurremment avec des soupapes à charge directe, d'ailleurs seules usitées sur beaucoup de nouvelles chaudières.

Depuis quelques années on préfère généralement les soupapes à charge directe qui sont un peu plus lourdes (la suppression du levier entraînant à donner au ressort un poids plus considérable), mais plus simples. Ces soupapes sont maintenant exclusivement usitées par la plupart des chemins de fer : *Ouest*, *Nord*, *Est*, *Midi*, *Etat belge*, *Etat prussien*, toutes les machines américaines, etc.

On s'est beaucoup préoccupé, depuis longtemps déjà, de disposer les soupapes de telle sorte que la pleine pression de la vapeur s'exerce sur elle pendant toute leur levée. Or la vapeur qui s'échappe d'une soupape, lorsqu'elle est soulevée,

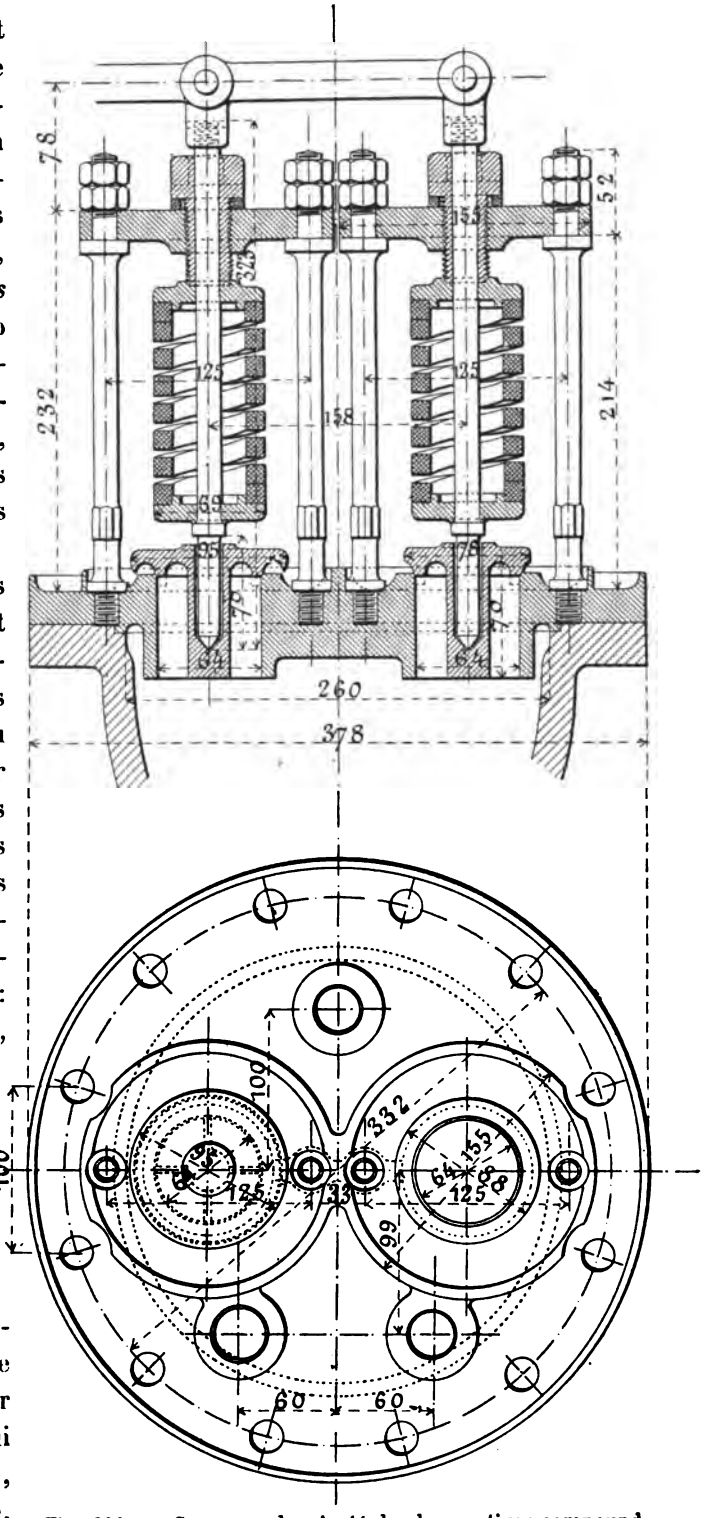


Fig. 824. — Soupapes de sûreté des locomotives compound à grande vitesse (série 2 121-2 157) des *Chemins de fer du Nord*.

subit une chute de pression dans la partie placée sous le siège proprement dit, la pression devant passer progressivement de la pression à la chaudière à la pression atmosphérique qui règne un peu au delà de la partie contractée de l'orifice de sortie.

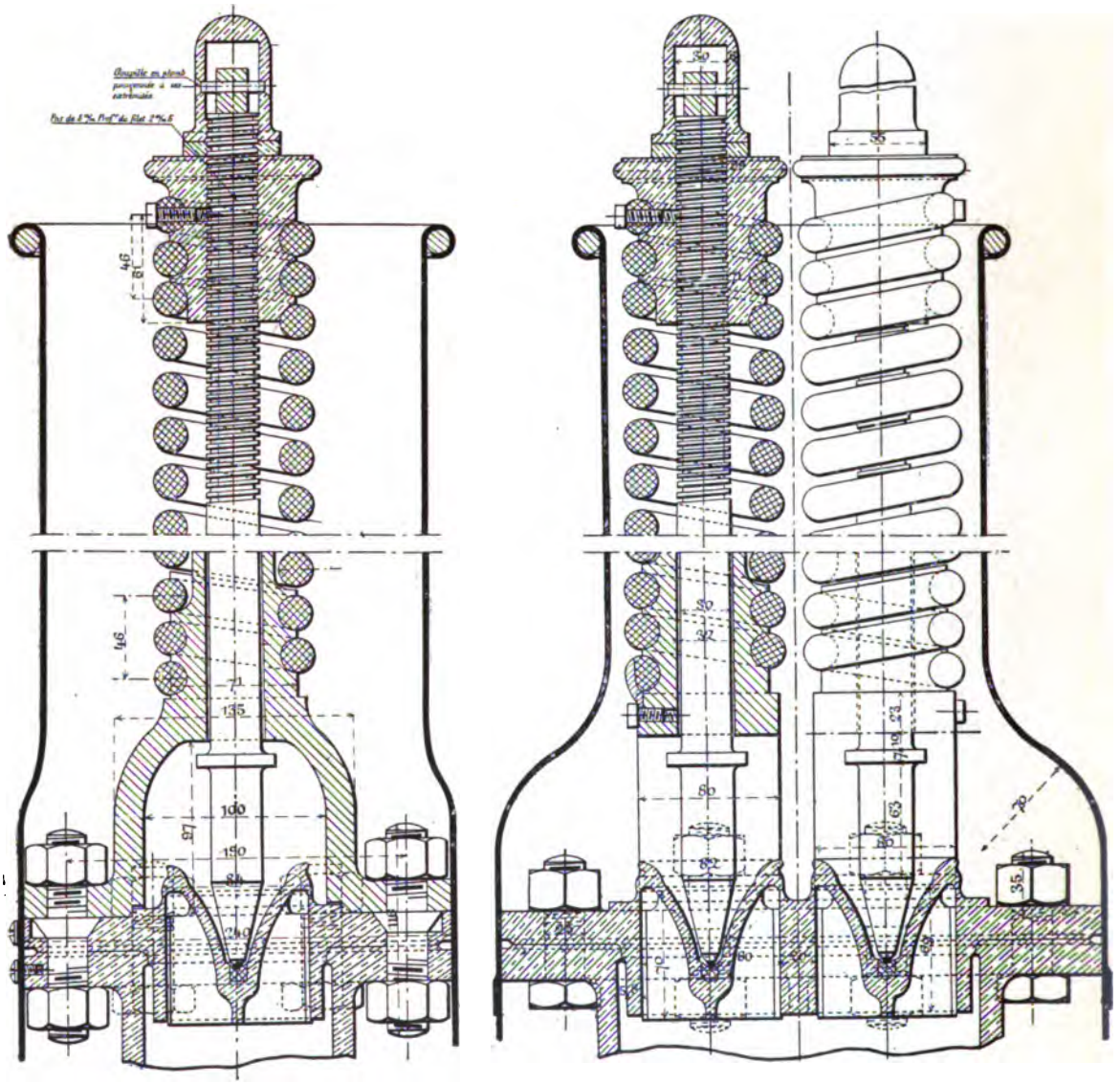


Fig. 825. — Soupapes de sûreté à charge directe (*Chemin de fer d'Orléans*).

Dès lors la soupape, sous l'action d'une surpression, ne se lève que d'une quantité insuffisante pour débiter toute la vapeur que la chaudière est capable de produire.

A une certaine époque, on a cherché la solution de ce problème dans des dispositions cinématiques ayant pour but de compenser la chute de pression

à l'orifice de la soupape ou la diminution de son aire effective, par une réduction corrélative de la charge. Elles étaient basées sur le principe suivant: on reliait le point de suspension ou d'attache de la charge à la tige de la soupape par une chaîne cinématique telle que le travail virtuel de ce point variait en sens inverse de celui de la soupape, pour tout degré de sa levée. A cette catégorie ont appartenu des dispositifs qui ne se sont jamais beaucoup répandus

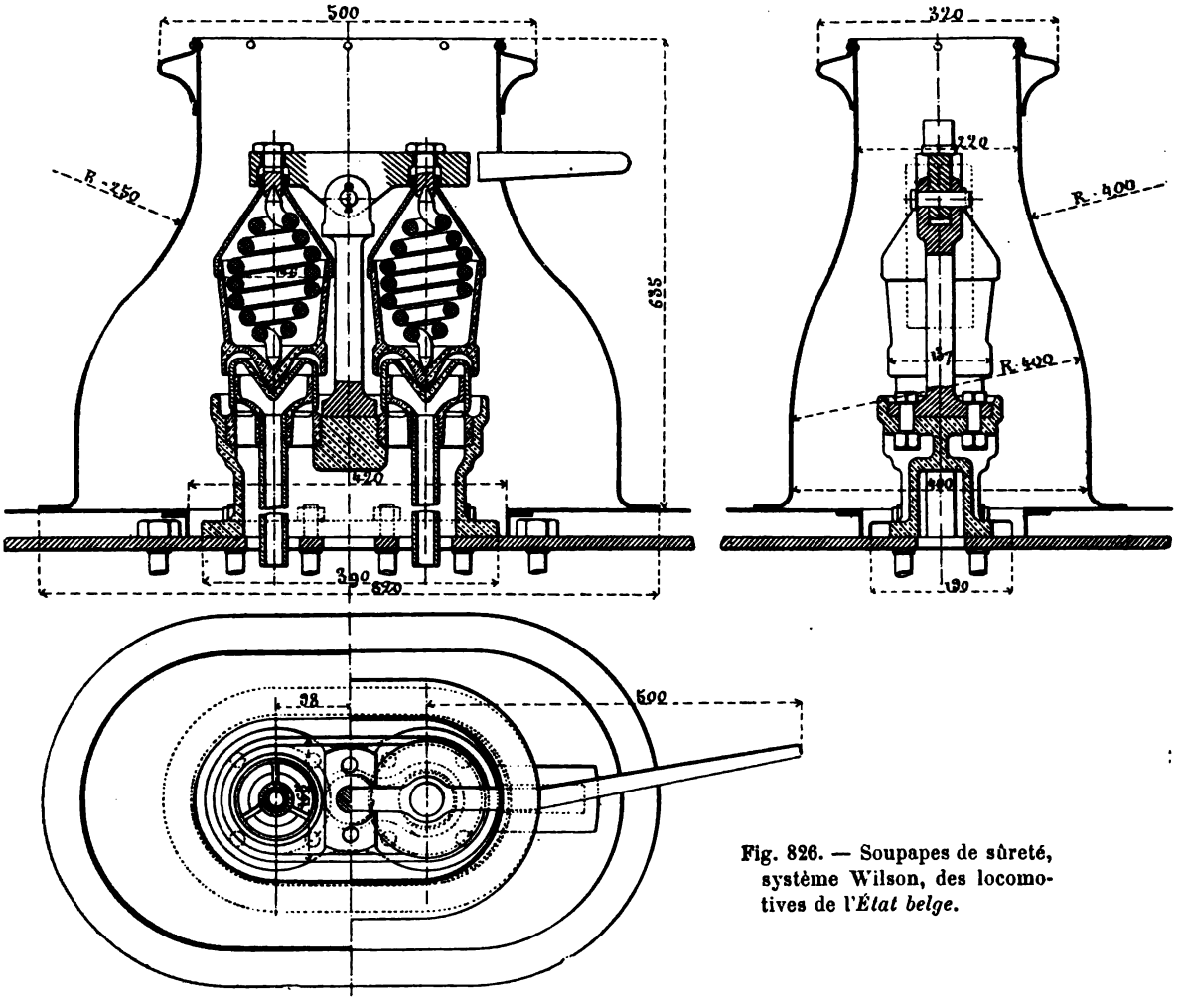


Fig. 826. — Soupapes de sûreté, système Wilson, des locomotives de l'*État belge*.

et aujourd'hui abandonnés, tout au moins pour les locomotives, tels ceux de ***Field***, de ***Kitson***, de ***Croll***, de ***Lethuillier-Pinel***, de ***Meyer***, de ***Correns***, etc.

On a en effet trouvé un procédé plus simple et plus efficace qui a consisté à modifier simplement, comme nous allons le voir, la forme de la soupape, sans compliquer en rien les organes servant à la transmission de la charge.

M. Adams a eu le premier, croyons-nous, l'idée de disposer la soupape de telle sorte que sa surface soumise à l'action de la vapeur se trouve augmentée

lorsque la soupape s'est levée d'une certaine quantité. Les soupapes de ce type, comportant aujourd'hui de nombreuses variantes, portent une gorge ou une saillie annulaire sur laquelle la vapeur, s'échappant de l'orifice, vient exercer une réaction capable, si les proportions sont convenablement choisies, de compenser la chute de pression ou les variations de la charge. La gorge peut être creusée sur la soupape ou sur son siège.

On admet que les soupapes les mieux réglées de ce système doivent, dans toutes les circonstances, s'opposer à une surpression de plus de 0,25 kg. par cm² et retomber sur leur siège avant que la pression ne descende à plus de 0,25 kg. au-dessous du timbre. Cette condition est assez difficile à réaliser en pratique; on l'obtient parfois au moment du réglage; mais, en service, on doit considérer comme très normal un écart de 0,50 kg. de part et d'autre.

Un type ordinaire de soupape Adams est représenté figure 821 : une gorge annulaire, tournée vers le bas, entoure la partie qui repose sur le siège ; dès que la soupape se soulève d'une certaine quantité, la vapeur vient agir sur cette zone annulaire supplémentaire, ce qui permet à la soupape de se soulever davantage. Le bon fonctionnement de l'appareil dépend des proportions des soupapes. Si le diamètre de la partie supplémentaire est trop considérable, la soupape ne retombe plus assez tôt; s'il est trop faible, son addition n'entraîne plus qu'un avantage insensible.

La Compagnie de *P.-L.-M.* emploie un type de soupape appartenant à une autre catégorie. Elle est constituée par deux disques superposés (fig. 822) montés sur le même axe : la plus élevée constitue la partie de la soupape qui repose sur le siège; l'autre, guidée par des ailettes à l'intérieur d'une partie cylindrique solidaire du siège, laisse à son pourtour, lorsque la soupape est retombée, un jeu de 1,5 m. seulement ; son diamètre est supérieur de 11 mm. à celui de la soupape proprement dite. Quand cette dernière se soulève, le disque inférieur pénètre dans la chambre placée au-dessus et permet, à son pourtour, le passage d'une quantité de vapeur aussi grande qu'il est désirable. Cette vapeur, par sa pression, agit sur le disque en même temps que sur la soupape proprement dite et assure une levée suffisante pour que l'appareil soit capable de débiter, s'il est nécessaire, toute la vapeur produite. La soupape représentée figure 822 peut débiter facilement 100 kg. de vapeur par minute (timbre 15 kg).

Nous ne pouvons entrer dans une description détaillée des innombrables systèmes employés ou proposés pour augmenter la levée des soupapes de sûreté et dont un petit nombre d'ailleurs s'est répandu ; les explications de principe que nous avons données sont, croyons-nous, suffisantes. On trouvera plus loin quelques détails sur les soupapes Wilson et Lethuillier-Pinel.

Les sièges des soupapes de sûreté sont ordinairement formés par une pièce en bronze rapportée à frottement dur ou parfois vissées dans la cuvette

boulonnée sur la chaudière (fig. 822, 826, 829). On se dispense de cette addition quand la cuvette est circulaire et peut être tournée (fig. 821, 824, 825), les sièges des soupapes faisant partie d'un bossage venu de fonte avec la cuvette elle-même.

Ces soupapes reposent sur leur siège par leur partie supérieure et sont guidées au moyen de trois ailettes ou plus (fig. 822, 829).

Quand les soupapes sont placées sur le dôme, leurs cuvettes sont montées sur le couvercle de celui-ci à moins que leur siège constitue lui-même le couvercle (fig. 386, 820). Quand elles sont placées sur la boîte à feu, elles se trouvent montées sur une embase, en bronze assez doux pour permettre,

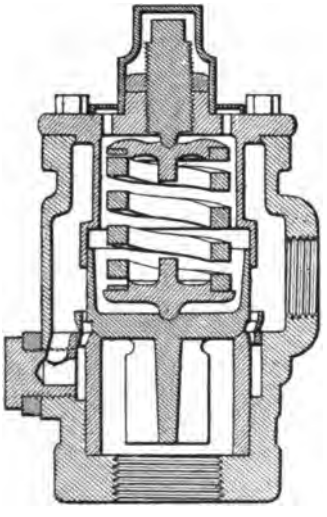


Fig. 827. — Soupape de sûreté du système *Ashton*.

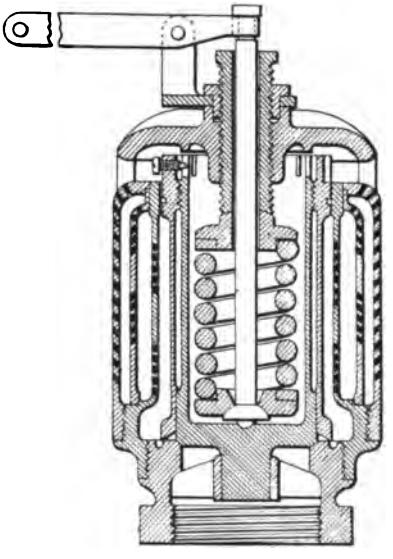


Fig. 828. — Soupape silencieuse américaine (*Baltimore and Ohio Railroad*).

sans se fendre, le rivetage, ou en tôle emboutie, qui est rivée à la chaudière et consolide l'ouverture pratiquée dans la tôle en même temps qu'il offre à sa partie supérieure un plan de pose horizontal et rectiligne pour le siège des soupapes. On en trouvera un exemple figure 830.

Les soupapes à balance se distinguent seulement entre elles par leurs proportions. Les leviers sont tantôt très longs comme sur les locomotives de la Compagnie de *Lyon* (fig. 820), tantôt très courts comme sur les machines du *Midland* (fig. 386). Le réglage de ces soupapes s'effectue à l'aide d'un écrou à molette placé au-dessus du levier et se vissant sur l'extrémité supérieure de la tige. La Compagnie de *P.-L.-M.* ajoute en outre, à la base des ressorts, en un point plus accessible, une vis de réglage et un petit volant permettant le desserrage des soupapes pendant les stationnements de longue durée.

Les soupapes à charge directe sont simples ou doubles; dans ce dernier cas, elles peuvent être formées par l'accolement de deux appareils identiques placés côte à côte ou par deux soupapes dépendant d'un même levier chargé par un ou deux ressorts.

Dans la disposition la plus simple, le ressort charge directement la soupape au-dessus de laquelle il se trouve ; il est ainsi soumis à l'action du jet de vapeur qui le corrode et tend à le détruire. C'est en grande partie pour éviter cet inconvénient que l'on a adopté des systèmes à leviers dans lesquels

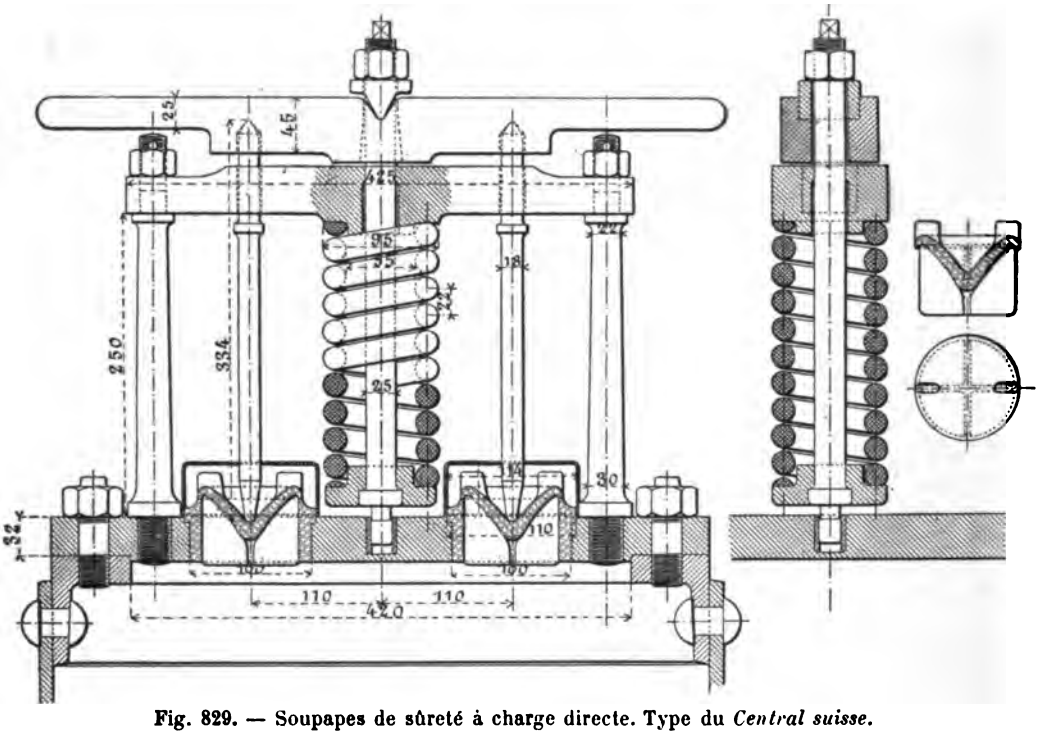


Fig. 829. — Soupapes de sûreté à charge directe. Type du *Central suisse.*

les ressorts sont placés sur le côté ou entre les soupapes et protégés de l'action de la vapeur.

Ces ressorts sont toujours du type hélicoïdal; en France on donne la préférence au fil carré (à part l'*Orléans*), à l'étranger au fil rond.

La soupape ***Ramsbottom*** est la première soupape à charge directe qui se soit répandue sur une grande échelle; elle constitue actuellement, à peu d'exceptions près et avec quelques modifications de détail, le seul type usité en Angleterre (fig. 383, 830). Les soupapes sont placées à la partie supérieure de deux colonnettes spéciales, venues de fonte avec une embase qui se boulonne sur la cheminée ; le ressort est placé entre ces deux colonnettes; il agit sur un levier qui reporte sa pression sur les deux soupapes à l'aide de couteaux ou de pointes arrondies. Le levier se prolonge sur l'arrière et

forme une manette sur laquelle le mécanicien peut agir pour soulager une des soupapes ; comme il exerce une pression plus grande sur l'autre soupape, soit qu'il lève ce levier, soit qu'il l'abaisse, ce système ne permet pas de caler les soupapes. C'est là son principal avantage. Ces soupapes sont en outre peu encombrantes et d'exécution peu dispendieuse ; les ressorts ne sont pas soumis au contact de la vapeur, ce qui prolonge leur durée.

Une colonnette en laiton, parfois en fonte, enveloppe souvent ces soupapes dont la figure 830 indique le mode de montage sur la boîte à feu.

M. F.-W. Webb a modifié ce type de soupape de manière que le ressort travaille à la compression et non plus à la traction (fig. 831) ; il en résulte que l'appareil n'est plus projeté au dehors en cas de rupture de ressort. Cette soupape est employée d'une manière générale par la Compagnie du *London and North Western* et usitée sur beaucoup de machines par les Chemins de fer de l'*Ouest ;* ceux-ci appliquent cependant, depuis peu, un autre modèle de soupapes dont nous parlerons plus loin et qui est plus léger.

La figure 821 représente le type de soupape à gorge appliqué par la Compagnie de l'*Est* et comprenant deux appareils identiques montés côte à côte sur une cuvette commune. Le ressort charge directement les soupapes par l'intermédiaire d'une tige placée suivant son axe et servant de guide. A sa partie supérieure, le ressort bute contre une traverse solidaire de deux petites colonnes boulonnées à leur pied sur la cuvette. Le réglage s'opère à l'atelier à l'aide de cales placées entre la traverse et ses supports et que l'on vient limer de la quantité voulue.

Les soupapes montées sur les locomotives compound à grande vitesse de la Compagnie du *Nord* (fig. 824) diffèrent peu en principe des précédentes ; toutefois, elles sont montées non plus côte à côte, mais l'une devant l'autre, leurs tiges étant articulées, comme dans le type Ramsbottom, à un levier qui peut servir à décaler l'une d'elles. Une des soupapes est à gorge, l'autre est du type ordinaire.

La figure 825 représente les soupapes de sûreté à charge directe de la Compagnie d'*Orléans*, employées concurremment avec des soupapes à balance placées sur le dôme. Les soupapes ne sont pas à gorge ; les ressorts, placés directement au-dessus des soupapes, sont hélicoïdaux et à fil rond de 19 mm. ; ils chargent les soupapes par l'intermédiaire d'une tige centrale se terminant à la partie inférieure par un pointeau reposant sur un grain en acier encastré dans la soupape en un point placé à 42 mm. en contrebas du siège. Le réglage s'opère par en haut à l'aide d'une partie filetée pratiquée sur la tige et d'un écrou en bronze sur lequel s'attache le ressort qui bute vers le bas sur un étrier boulonné à la colonnette formant le support du siège.

Le tout est placé à l'intérieur d'une enveloppe en laiton.

Les soupapes suisses (fig. 829) ne diffèrent que par des détails de construction des soupapes Ramsbottom ; les soupapes ne sont pas montées sur des colonnettes en saillie et se trouvent chargées par des tiges verticales contre lesquelles s'appuie le levier commun chargé au milieu par un ressort à fil rond.

Les soupapes *Wilson*, employées par l'*État belge*, sont représentées figure 826. Chacune des soupapes est formée par un cylindre renversé reposant par son arête inférieure sur le siège, alésé intérieurement ; elle est guidée par un autre cylindre intérieur, de hauteur plus faible, ajusté à frottement doux à l'intérieur de la soupape, fixe, et portant en son centre un tube

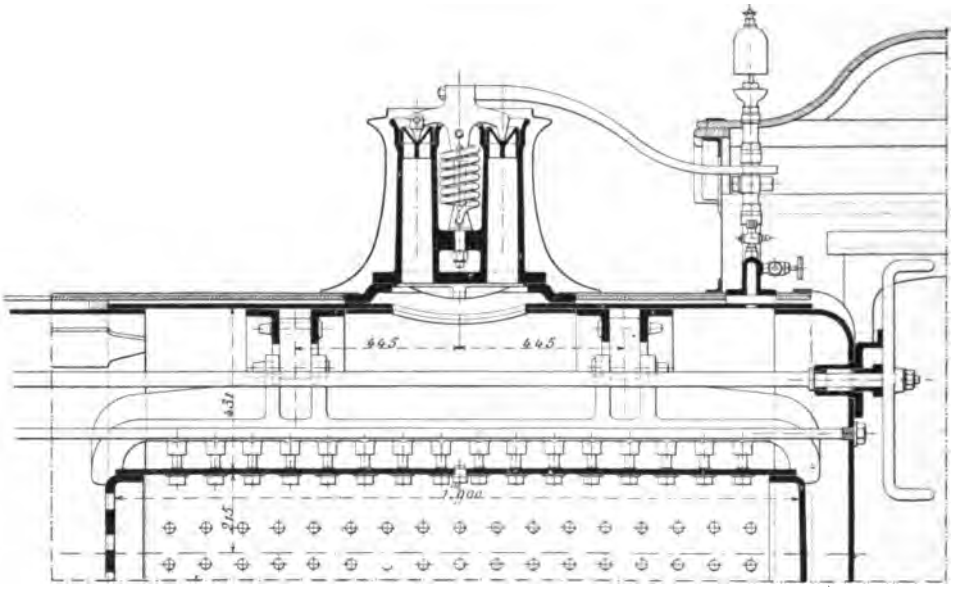


Fig. 830. — Montage des soupapes à charge directe ; locomotives du *North Eastern Railway*.

vertical qui le met en communication avec la chaudière. Quand la soupape se soulève, sa partie inférieure reste soumise, grâce à la présence du tube en question, à la pression de la chaudière, ce qui permet son soulèvement intégral. Chacune des soupapes est chargée par un ressort hélicoïdal à fil rond renfermé dans une boîte en laiton qui le protège de l'action corrosive de la vapeur.

On trouvera, figure 832, le type de soupape adopté par les chemins de fer de l'*État prussien*. Les deux soupapes sont chargées par un même levier sur le milieu duquel agissent deux ressorts hélicoïdaux à fil rond disposés de part et d'autre dans un plan perpendiculaire à celui des deux soupapes et passant à égale distance de celles-ci. Les soupapes sont surmontées d'une cheminée évacuant la vapeur vers le haut, les ressorts se trouvent en dehors

et soustraits à l'action de la vapeur, ce qui est, nous l'avons vu, une condition de leur bonne conservation.

Les soupapes à gorge du système *Lethuillier-Pinel* (fig. 823) ne diffèrent pas, dans leur position générale, des soupapes de la Compagnie de l'*Est;*

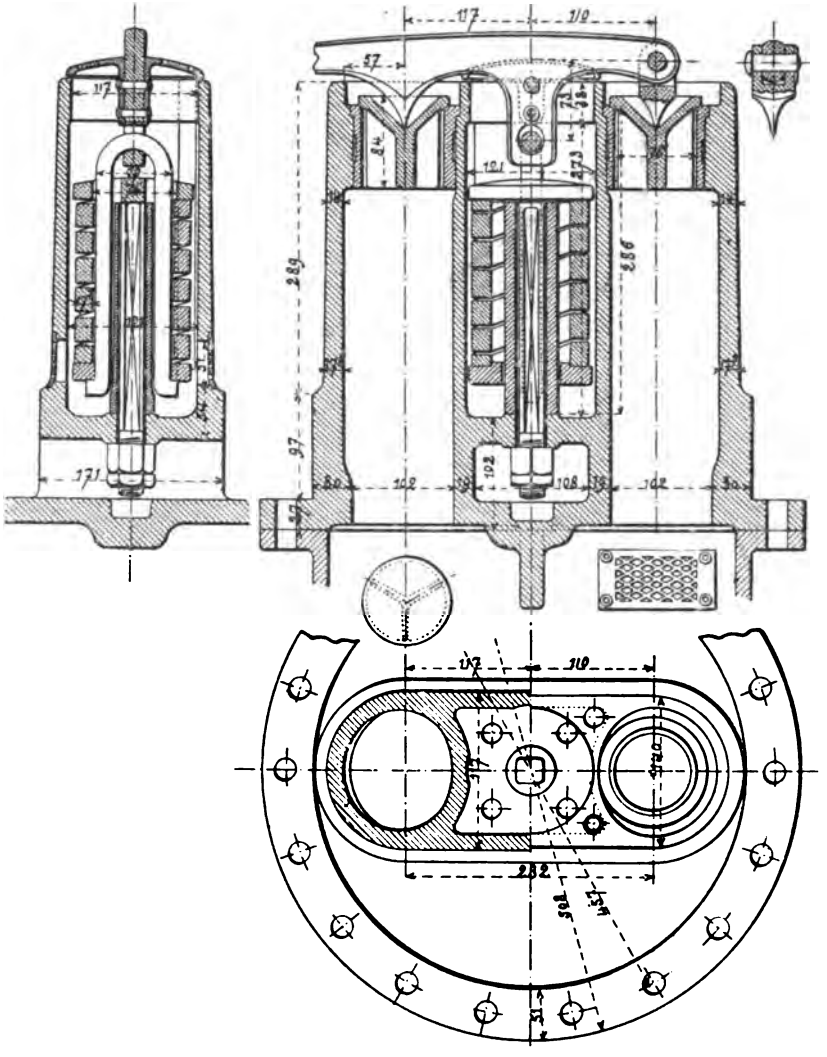


Fig. 831. — Soupapes de sûreté du type Webb; *London and North Western Railway.*

elles passent pour être les plus sensibles encore expérimentées et pour permettre de très faibles écarts de pression.

On peut critiquer, dans ce dispositif, comme dans ceux représentés figures 821, 824, 825, la position du ressort au-dessus de la soupape qui l'expose à une corrosion rapide et on pourrait recommander de le protéger à l'aide d'une enveloppe et d'un écran. Elles ont été expérimentées par les

Compagnies du *Nord*, de *Ouest*, et de l'*Est* et semblent avoir donné de bons résultats. La Compagnie de l'*Ouest* les a montées sur ses nouvelles locomotives à six roues accouplées et à bogie et quelques autres.

On emploie, sur les locomotives américaines, des soupapes à charge directe qui sont remarquables par leur sensibilité, la rapidité avec laquelle elles se soulèvent et retombent. Elles sont toutes à charge directe et la plupart d'entre elles appartiennent à des systèmes brevetés fabriqués par des spécialistes qui les livrent aux constructeurs des machines. On retrouve partout aux États-Unis cette extrême division du travail qui a tant contribué aux progrès matériels réalisés dans ce pays. Beaucoup d'entre elles comportent des soupapes à gorge dérivées de celle d'Adams. Dans la plupart des systèmes employés, on s'est attaché à protéger le ressort du contact de la vapeur d'échappement autour de la soupape.

Une des plus employées est la soupape du système *Ashton*, représentée figure 827, dans laquelle la vapeur s'échappe par des trous percés dans le haut de la soupape, et par d'autres trous percés dans le siège, l'évacuation se faisant dans l'atmosphère par un conduit dont la section est réglée par une vis. Outre ce réglage, on peut en opérer un autre en perçant des trous dans la couronne annulaire ; chacun d'eux amène un retard à la levée de 0,350 kg. par cm^2. Cette soupape est silencieuse, la vapeur s'échappant de la boîte par un tuyau et se rendant parfois à l'intérieur des caisses du tender.

La maison Crosby met en vente deux genres de soupapes silencieuses, qui sont très répandus. Dans l'un, l'amortissement du bruit est créé par la présence d'une cloche qui recouvre la soupape et porte des cloisons intérieures percées de petits trous que la vapeur est obligée de traverser avant de se rendre au dehors. Elle s'échappe par d'autres trous très petits percés dans le dôme de cette cloche.

Dans un autre type, la soupape proprement dite repose sur deux sièges annulaires ; elle est pressée par un ressort réglable. La pression de la vapeur n'agit sur la partie centrale de la soupape, située à l'intérieur du siège le plus petit, que quand elle est levée. La vapeur, qui s'échappe par l'arête intérieure, s'écoule au dehors à travers des conduits ménagés à l'intérieur des bras qui maintiennent la partie centrale. Ces soupapes fonctionnent comme celles du système Adams, qui sont si répandues en Europe et dans lesquelles la présence de la gorge augmente la sensibilité d'une manière très efficace.

Dans cette soupape tous les sièges sont plats, ce qui facilite le rodage et les rend d'un entretien facile. Ces sièges se font quelquefois en nickel très dur.

La soupape *Coale*, également répandue, ressemble à la première de Crosby ; mais son réglage s'opère en tournant un disque, qui diminue ou

augmente la section des orifices de la chambre dans laquelle donne accès la gorge de la soupape. Cette soupape est silencieuse.

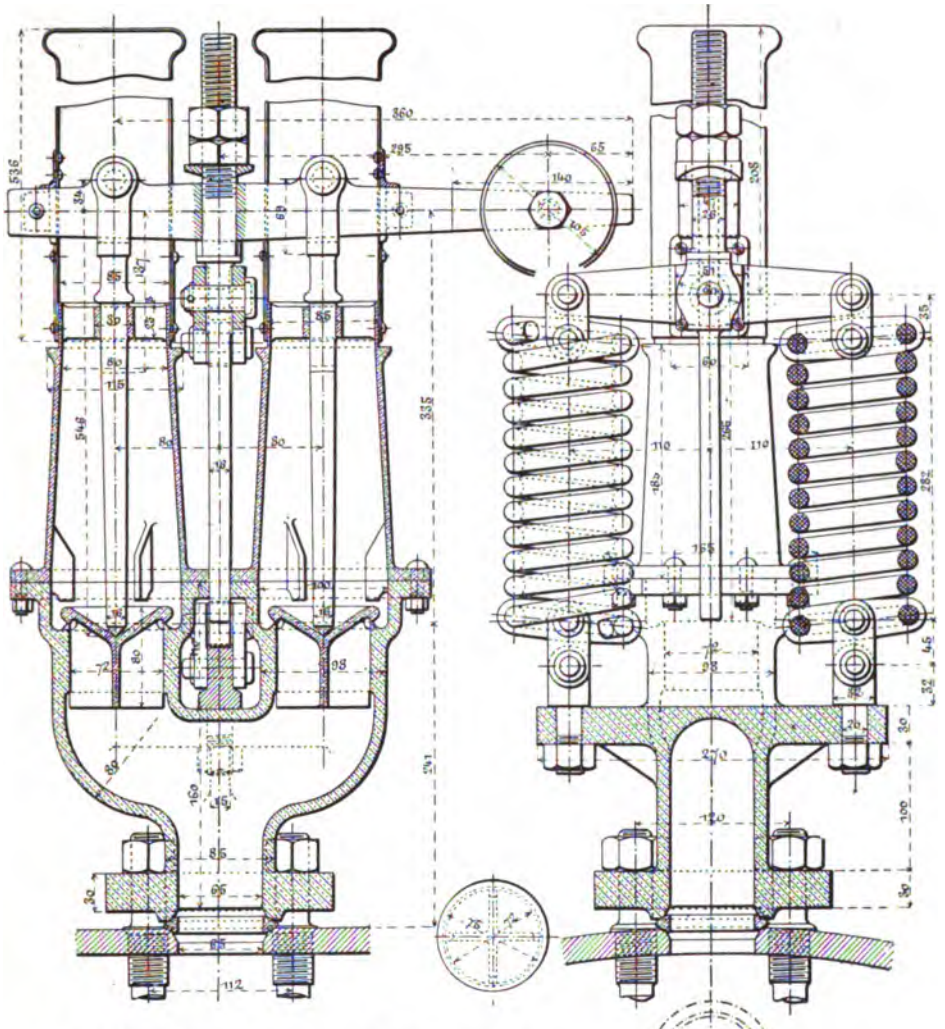


Fig. 832. — Soupapes de sûreté à charge directe. Type de l'*État prussien*.

Les soupapes entourées de boîtes silencieuses ont en général l'inconvénient d'être difficilement réglables du dehors. M. Hazelhurst, ingénieur de la traction du *Baltimore and Ohio*, leur a récemment apporté une ingénieuse modification qui supprime ce défaut (fig. 828). La soupape proprement dite se prolonge à la partie supérieure par une chambre contenant le ressort et la tige et se visse, par une partie filetée ménagée à sa partie

supérieure et externe, à un cylindre qui l'entoure et vient former à la partie

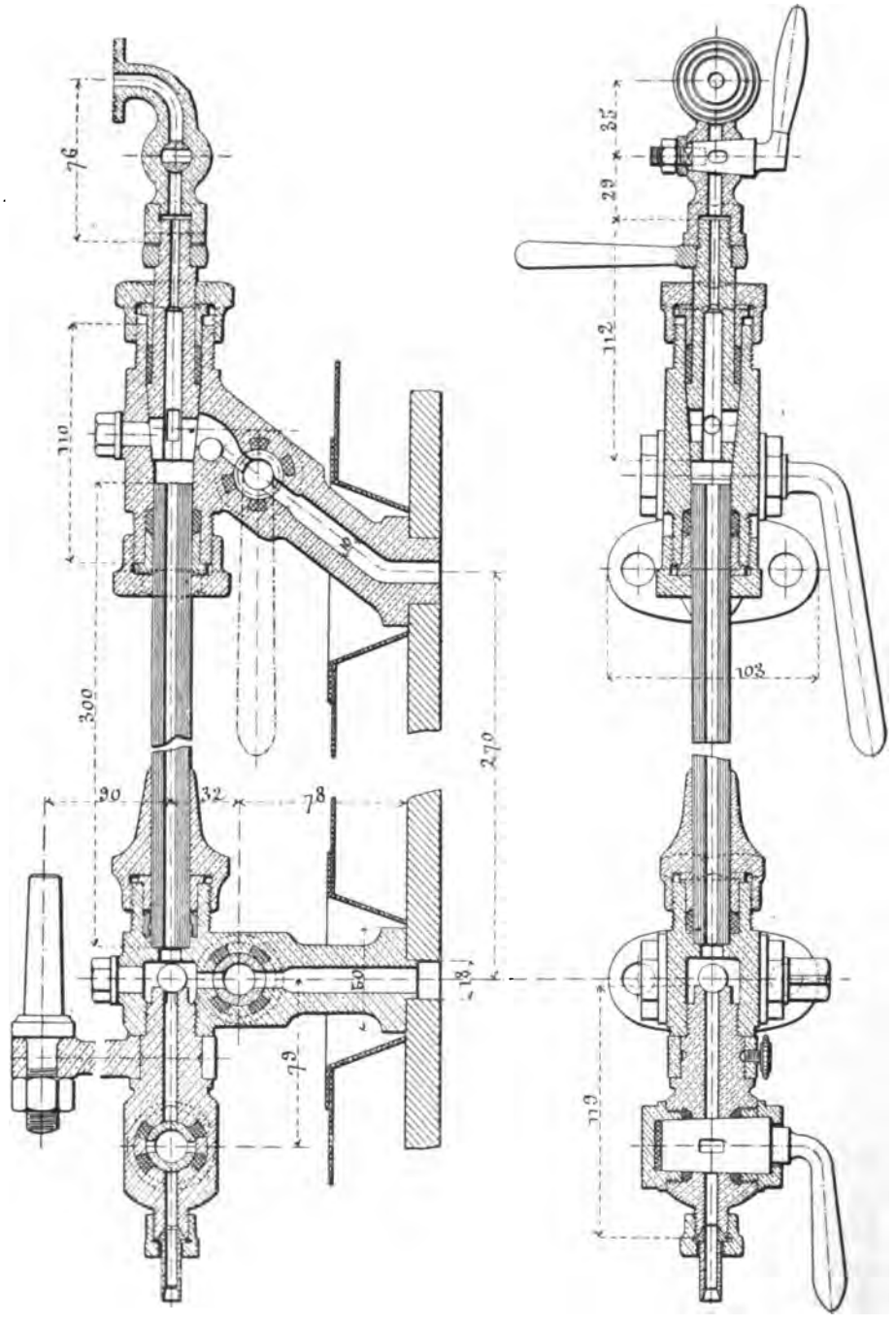


Fig. 833. — Tube indicateur de niveau (*Chemins de fer de l'Ouest*).

inférieure une collerette entourant la soupape et presque en contact avec le

siège. On peut régler la hauteur de cette collerette en faisant tourner, avec un outil spécial s'engageant à l'intérieur des dents visibles sur la figure, le cylindre en question autour de la soupape ; une vis transversale sert à assurer l'immobilité relative des pièces une fois le réglage opéré. Le serrage du ressort se règle également du dehors à l'aide d'une longue douille filetée placée au centre.

On règle la levée de la soupape à l'aide du serrage du ressort et sa retombée en faisant varier, de la quantité voulue, la hauteur relative de l'enveloppe à biseau de la soupape formant double siège.

Le bruit produit par la vapeur en s'échappant est atténué dans une grande mesure par une triple enveloppe en bronze percée de trous obliques et qui ne se correspondent pas.

332. Indicateurs de niveau. — La hauteur de l'eau dans la chaudière peut être vérifiée à tout instant par le mécanicien ou le chauffeur à l'aide de l'*indicateur de niveau*, composé d'un tube en cristal réuni par deux tubulures au fond postérieur de la chaudière et dans lequel le niveau s'établit comme dans le générateur d'après le principe des vases communiquants. Deux robinets permettent de fermer les tubulures au cas où, le tube venant à casser, l'eau et la vapeur seraient projetées au dehors. Il est bon que ces deux robinets soient reliés par une bielle afin qu'on puisse les fermer tous deux en même temps, d'un seul coup (fig. 837 *bis*). Pour éviter, en cas de rupture d'un tube, que les agents ne soient brûlés par l'eau chaude ou la vapeur, les robinets de niveau des locomotives des Compagnies de l'*Ouest*, de l'*Est* et de *P.-L.-M.* entre autres sont disposés de manière à être manœuvrés à quelque distance ; la tige de commande de leur clé se prolonge du côté du mécanicien et porte à son extrémité une petite manette.

On emploie des robinets ordinaires à boisseau, creux ou pleins (fig. 834, 835), des robinets à amiante (fig. 833, 837) ou des robinets à vis. Ceux-ci sont plus étanches et d'une manœuvre plus facile, mais ils ne permettent pas aussi facilement la commande à distance.

Les tubes doivent être en verre épais ou en cristal, bien recuits et montés de manière à jouir, dans leur garniture, d'une certaine liberté. L'étanchéité est généralement assurée par des rondelles en caoutchouc qui les entourent, mais sur lesquelles les tubes ne doivent pas buter de crainte qu'ils ne soient obstrués.

Il est bon, quand on le peut, de disposer sur l'arrière de la boîte à feu deux tubes de niveau semblables, qui se contrôlent mutuellement, l'un d'entre eux pouvant en outre servir de rechange quand l'autre tube vient à se briser en route. Cette pratique, assez générale en Angleterre et récemment suivie par la Compagnie de l'*Ouest* (mach. 2301-2304), n'est que rarement

suivie sur le continent européen où l'on préfère remplacer le second tube

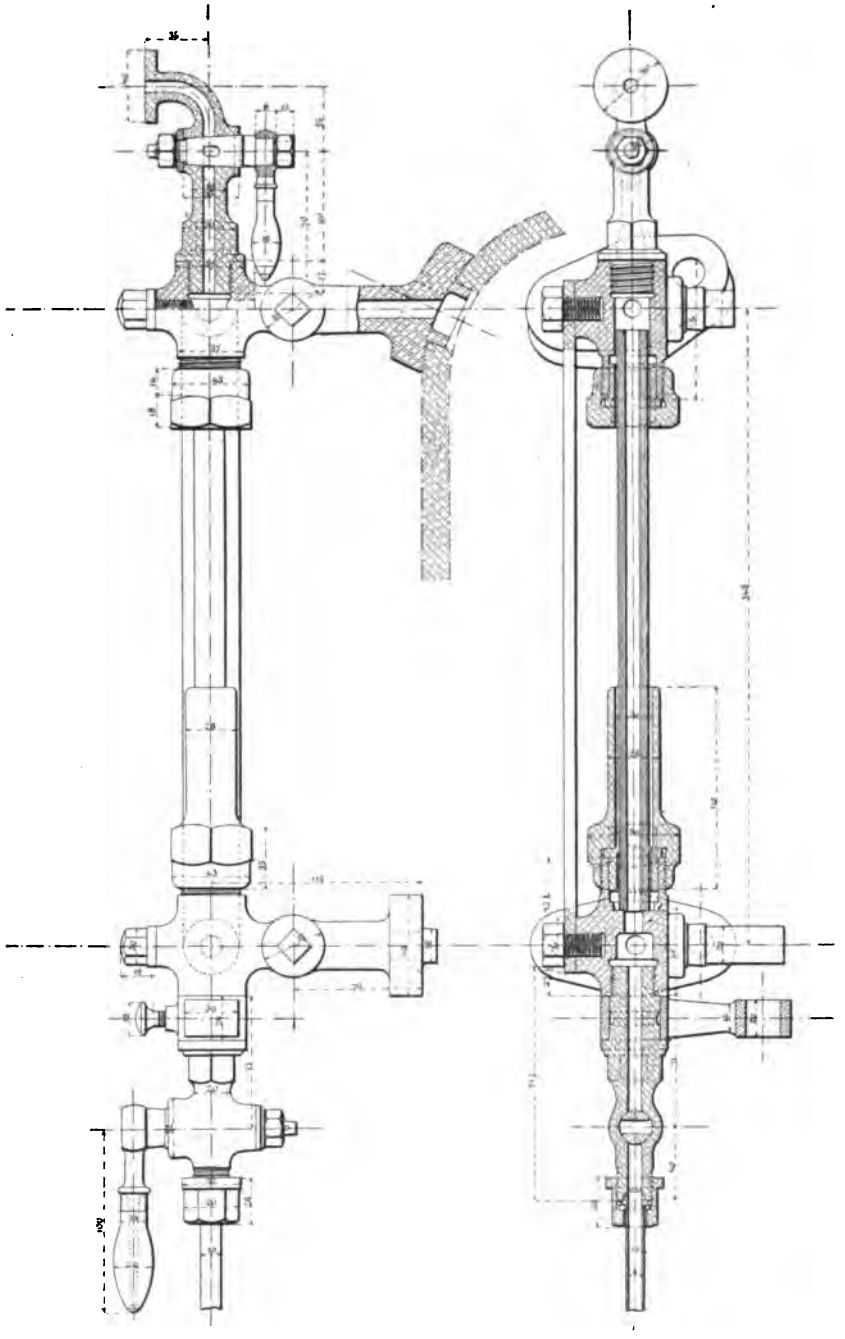


Fig. 834. — Tube indicateur de niveau. Type des *Chemins de fer de l'Est*.

par trois robinets de jauge convenablement placés. Avec un bon niveau, le robinet supérieur ne doit donner que de la vapeur, le robinet milieu un

mélange d'eau et de vapeur, et le robinet inférieur de l'eau seulement. Si ce dernier ne donne que de la vapeur, le niveau est trop bas. Toutefois, les indications de ces robinets sont incertaines et difficiles parfois à interpréter, l'eau se réduisant en vapeur dès qu'elle se trouve à l'air libre. Certaines locomotives américaines cependant n'ont pas de tubes de niveau ; le personnel doit se contenter des indications des robinets de jauge.

Le niveau des chaudières est soumis en marche à des dénivellations continuelles dues à l'inclinaison que prennent les machines sous l'influence des variations du profil ou des mouvements de tangage, soit surtout à la vaporisation inégale et aux gonflements ou aux contractions résultant de la dépense inégale de vapeur. Le niveau s'élève dès que le régulateur est ouvert parce que l'eau est soulevée par les bulles de vapeur qui se dégagent ; il s'abaisse notablement dès que l'on supprime l'accès de la vapeur aux cylindres.

En général, en France, la limite inférieure du niveau de l'eau, marquée sur la face arrière de la boîte à feu, est à 0,10 m. au-dessus du ciel, la machine étant supposée en palier. La monture inférieure des indicateurs de niveau porte une bague masquant le tube jusqu'à cette hauteur (fig. 833, 834), ce qui est une garantie contre la négligence des mécaniciens ; avec cette disposition, ces derniers sont moins exposés de marcher avec un niveau trop bas et ils surveillent leur alimentation dès que le niveau disparaît à leurs yeux.

Certains indicateurs de niveau sont munis de soupapes de sécurité, très légères, placées dans les tubulures (fig. 833, 837), et qui ont pour but d'éviter au dehors les projections d'eau chaude et de vapeur lorsque le tube casse, la vitesse du courant étant alors assez grande pour vaincre l'inertie du clapet et l'appliquer sur son siège. Cette disposition est répandue, mais ne répond pas toujours au but pour lequel elle a été créée, les dépôts et incrustations qui se produisent toujours dans les tubulures empêchant parfois la soupape ou de fonctionner ou de s'appliquer sur son siège de manière à constituer un joint étanche.

On est en droit de se demander si les avantages de la fermeture automatique, en cas de rupture du tube, compensent les inconvénients du système et l'incertitude éventuelle des indications d'un appareil aussi important, pouvant résulter de son emploi. Les ruptures de tubes entraînent rarement des accidents sérieux de personnes et occasionnent peu d'ennuis si les robinets sont bien entretenus et faciles à manœuvrer, si leur commande est bien disposée et se fait à distance. On protège d'ailleurs les agents à l'aide de masques placés autour des tubes de niveau et qui, sans obstruer la vue, peuvent être réellement efficaces.

Pour donner à la colonne indicatrice une stabilité suffisante malgré les variations constantes du niveau dans la chaudière et les ébullitions, quelques

administrations étrangères, entre autres l'*Etat belge*, emploient un système fréquemment usité pour les chaudières fixes ou marines. Le tube de niveau est monté sur une clarinette communiquant elle-même avec la chaudière par

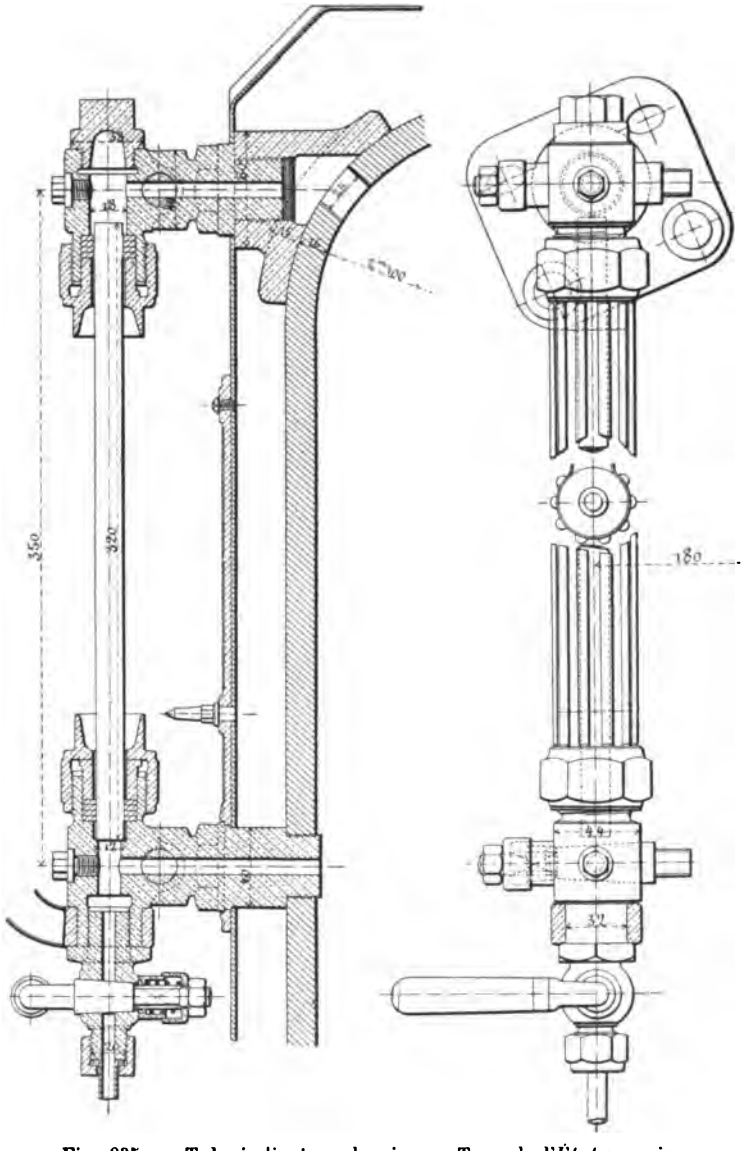


Fig. 835. — Tube indicateur de niveau. Type de l'*État prussien*.

deux tubulures placées l'une au-dessus, l'autre au-dessous du niveau normal. On en verra plus loin un exemple dans les figures qui représentent la disposition des appareils d'arrière de deux locomotives de l'*Etat belge*. L'une d'elles comporte des robinets de jauge placés sur la clarinette ; dans l'autre, ces robinets sont remplacés par un second tube indicateur.

Les figures 833 à 835 représentent plusieurs types de niveaux qui ne diffè

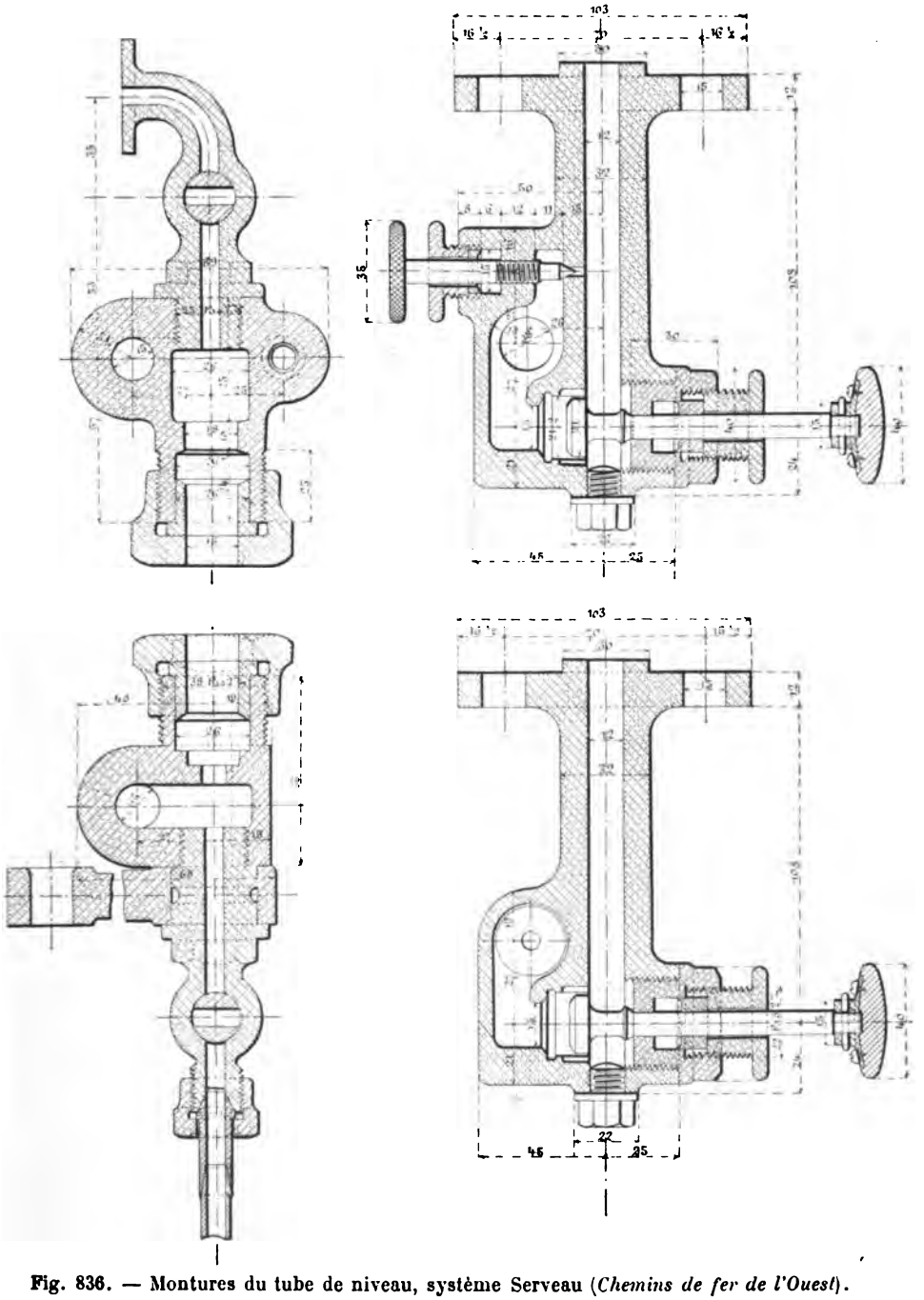


Fig. 836. — Montures du tube de niveau, système Serveau (*Chemins de fer de l'Ouest*).

rent pas par leurs organes essentiels. Celui de la figure 834 (*Est*) peut être pris comme type général. Le tube est maintenu dans deux tubulures montées

directement sur la chaudière et fixées chacune par une embase à deux boulons avec emboîtage. On introduit le tube par le haut après avoir dévissé une petite tubulure recourbée qui sert à placer, lors des essais ou des vérifications, le manomètre étalon. Ce tube repose, à la partie basse, sur un collet de la monture inférieure ; l'étanchéité autour du tube est obtenue en haut et en bas, à l'aide de deux presse-garnitures dans lesquels on place des rondelles de caoutchouc vulcanisé.

L'écrou de serrage de la garniture inférieure porte vers le haut une douille dont le sommet se trouve à une hauteur de 0,10 m. au-dessus du ciel ; elle masque le tube dans la partie basse et a pour objet d'empêcher les agents de laisser le niveau descendre plus bas.

Les deux montures portent un robinet ordinaire qui peut servir à supprimer toute communication avec la chaudière en cas de rupture du tube. La tubulure inférieure est munie d'un robinet de purge communiquant avec un petit tuyau de 10 mm. qui se rend sous la plate-forme. Elle porte aussi un support articulé pour la lanterne du niveau.

Des bouchons à vis sont placés sur les montures du tube, en face et dans l'axe des conduits de communication avec la chaudière ; ils servent à les nettoyer et à les déboucher à l'occasion.

On trouvera figure 835 un niveau un peu différent (*Etat prussien*) dans lequel le serrage des clés de robinets dans leur boisseau est obtenu à l'aide de ressorts réglables de l'extérieur, ce qui a pour but de leur assurer un serrage égal et modéré.

On trouvera figure 833 un type de niveau usité sur la plupart des locomotives de la Compagnie de l'*Ouest* et qui comporte des robinets à amiante. Il est muni de petites soupapes automatiques à boulet placées dans les tubulures et qui ont pour but d'éviter au dehors les projections d'eau chaude et de vapeur.

La Compagnie de l'*Ouest* applique depuis peu à titre d'essai un niveau d'eau du système *Serveau* dont les tubulures sont représentées figure 836. Les robinets sont remplacés par des clapets solidaires d'une tige traversant un presse-étoupes et portant au dehors une poignée de manœuvre ; on les ouvre en les tirant vers le dehors ; une butée conique empêche de donner au clapet qui vient s'appliquer sur le grain de la garniture une trop grande levée et concourt à assurer l'étanchéité autour de la tige du clapet sans que l'on ait à serrer par trop le chapeau du presse-étoupes. Lorsque le tube casse, le courant de vapeur et d'eau entraîne les deux clapets qui viennent s'appliquer sur leur siège et empêchent les projections. Les garnitures sont montées dans une boîte filetée à son pourtour, facilement démontable, donnant une large ouverture qui permet de nettoyer et mettre en état les sièges des clapets. La garniture supérieure comporte, en outre, une petite soupape

de 3 mm. à vis et à pointeau, que l'on manœuvre à l'aide d'une molette extérieure et qui a pour but de réchauffer progressivement le tube quand on vient

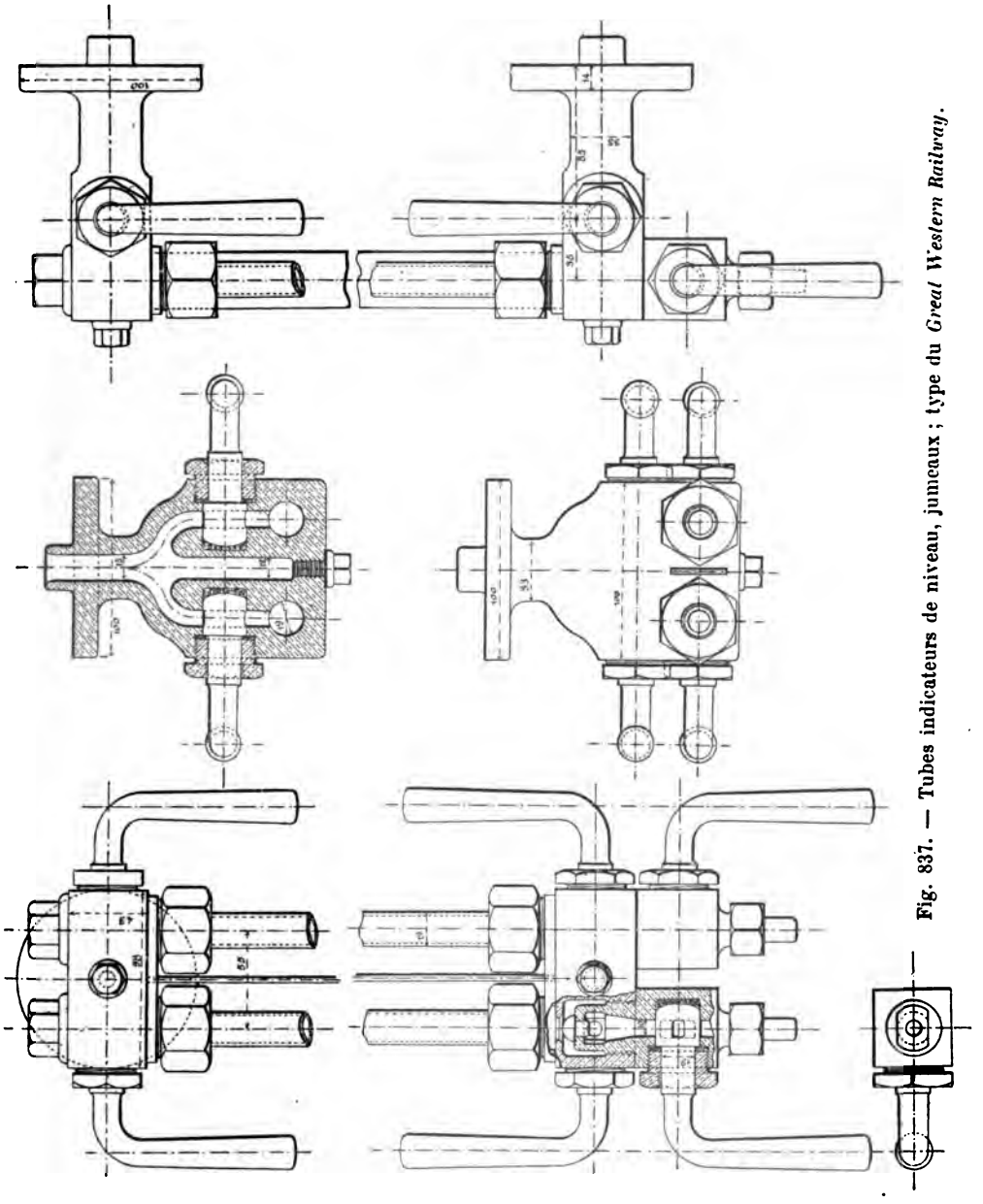


Fig. 837. — Tubes indicateurs de niveau, jumeaux ; type du *Great Western Railway*.

de le changer, et d'établir une pression sur les deux faces des clapets de fermeture, avant qu'ils ne soient ouverts, pour diminuer l'effort nécessaire pour les manœuvrer.

Cet appareil est ingénieux et simple, il n'est toutefois pas en service depuis un temps assez long pour qu'on ne puisse exprimer quelques réserves

au sujet de son fonctionnement. On peut en effet objecter que si les clapets viennent, pour une raison ou une autre, à être repoussés sur leur siège, sans que les agents s'en aperçoivent, les indications du niveau pourront être faussées. C'est là, d'ailleurs, un inconvénient qui lui est commun avec la plupart des appareils à fermeture automatique qui peuvent se déranger à l'insu du personnel, lequel continue à accorder sa confiance à un appareil sur lequel il ne devrait plus compter. Il est à croire cependant que l'on parviendra, à l'aide de quelques perfectionnements, à répondre à l'objection que nous venons de formuler.

La figure 837 représente le niveau d'eau à tubes jumeaux employé par la Compagnie du *Great Western Ry* sur un grand nombre de ses locomotives. Deux tubes parallèles et indépendants, placés à une distance de 55 mm. d'axe en axe, sont montés dans deux garnitures, communes deux à deux, communiquant chacune avec la chaudière par une seule tubulure. Chacun des tubes peut être isolé de la chaudière au moyen de robinets à amiante. Un écran de sûreté en bronze est placé entre les deux tubes pour éviter que si l'un se casse, les éclats de verre ne viennent pas briser l'autre. Les tubulures portent de petits clapets de sûreté à fermeture automatique. Cet appareil joue le rôle d'un double niveau, si l'un des tubes casse, l'autre reste disponible; mais il n'y a qu'une monture.

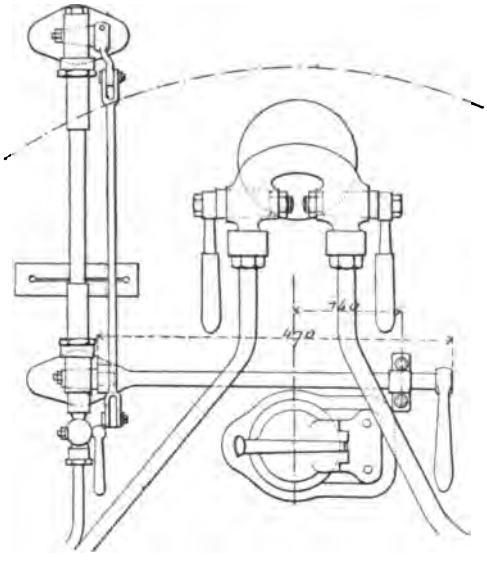


Fig. 837 *bis.* — Disposition du tube de niveau et de ses robinets (*P.-L.-M.*).

Pour empêcher que la projection des éclats de verre ne puisse blesser les agents lorsque le tube de niveau casse, on entoure ordinairement ces derniers d'une gaine facilement démontable, en laiton, percée de fentes permettant de voir le niveau en toile métallique ou constituée par un grillage (fig. 835). Les niveaux du *Great Western Ry*, décrits ci-dessus, sont entourés dans une boîte en cristal épais, de section rectangulaire, facilement démontable.

On dispose ordinairement, sur chaque machine, deux ou trois robinets de jauge étagés comme nous l'avons dit et placés souvent suivant une ligne oblique afin que l'eau ou la vapeur humide s'échappant des robinets ne vienne pas à couler sur ceux qui se trouvent plus bas. On emploie des robinets ordinaires ou à garniture d'amiante, parfois à vis. Afin de ne pas salir

la plate-forme, l'écoulement se fait souvent pour chaque robinet, dans un entonnoir conduisant l'eau de condensation sous la plate-forme à l'aide d'une petite conduite commune.

333. Injecteurs. — L'alimentation des locomotives est toujours effectuée à l'aide d'injecteurs qui ont peu à peu, et d'une manière générale, remplacé les pompes alimentaires. Celles-ci n'ont conservé une certaine vogue, jusque dans ces dernières années, que sur deux ou trois réseaux, pour des raisons particulières, encore étaient-elles employées concurremment avec des injecteurs appelés à assurer l'alimentation tout au moins pendant les stationnements. Nous citerons particulièrement les Compagnies d'*Orléans* en France et de *Brighton* en Angleterre. La première a placé, jusque dans ces dernières années, une pompe alimentaire sur quelques types de locomotives, particulièrement sur les express, surtout parce qu'elles permettent d'alimenter avec de l'eau fortement réchauffée ou, à la descente des pentes, d'utiliser l'inertie du train pour introduire l'eau dans la chaudière. L'augmentation successive des vitesses et des pressions, en rendant le fonctionnement des pompes plus difficile et leur entretien plus onéreux, a peu à peu amené cette Compagnie à renoncer à l'emploi des pompes. Au *Brighton*, M. Stroudley avait conservé l'usage des pompes alimentaires.

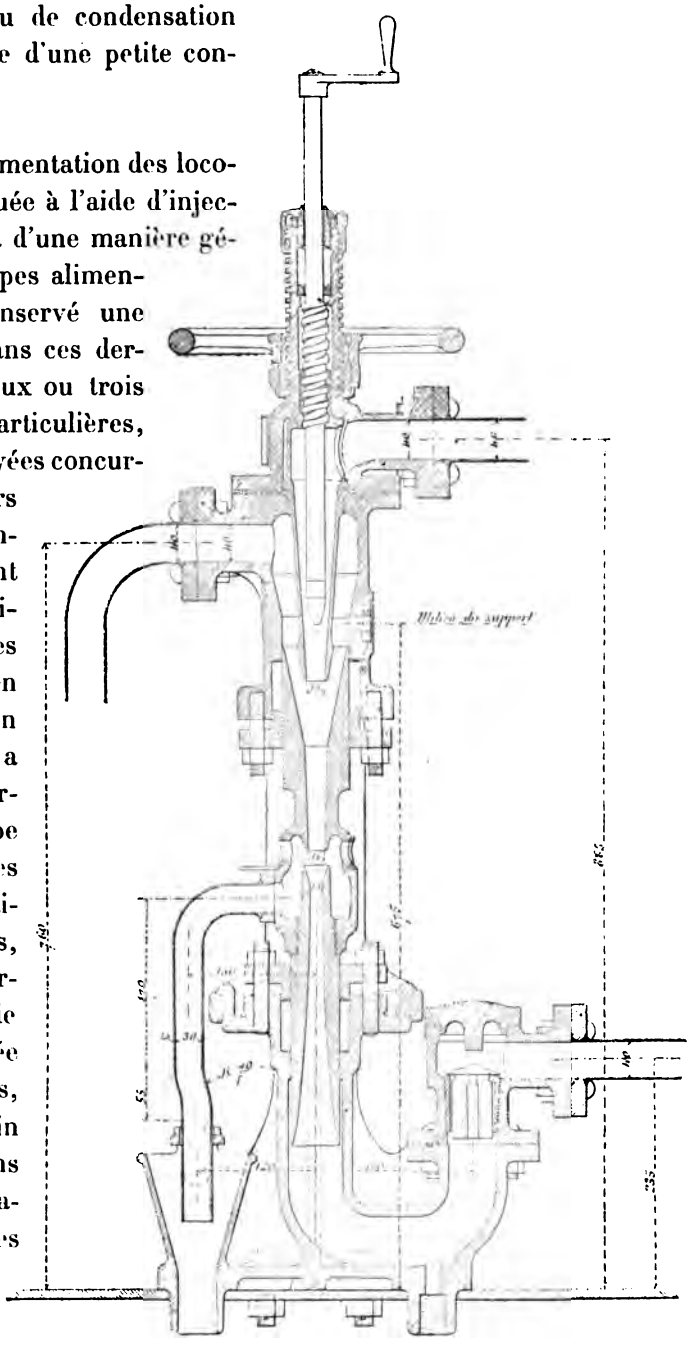


Fig. 838. — Injecteur vertical des *Chemins de fer P.-L.-M.*

qu'il avait du reste perfectionnées, parce qu'il appliquait à toutes ses locomotives un réchauffage, par dérivation de la vapeur d'échappement, de l'eau contenue dans les caisses du tender et que les injecteurs, alors usités, ne permettaient pas avec les timbres de 10 à à 11 kg.,

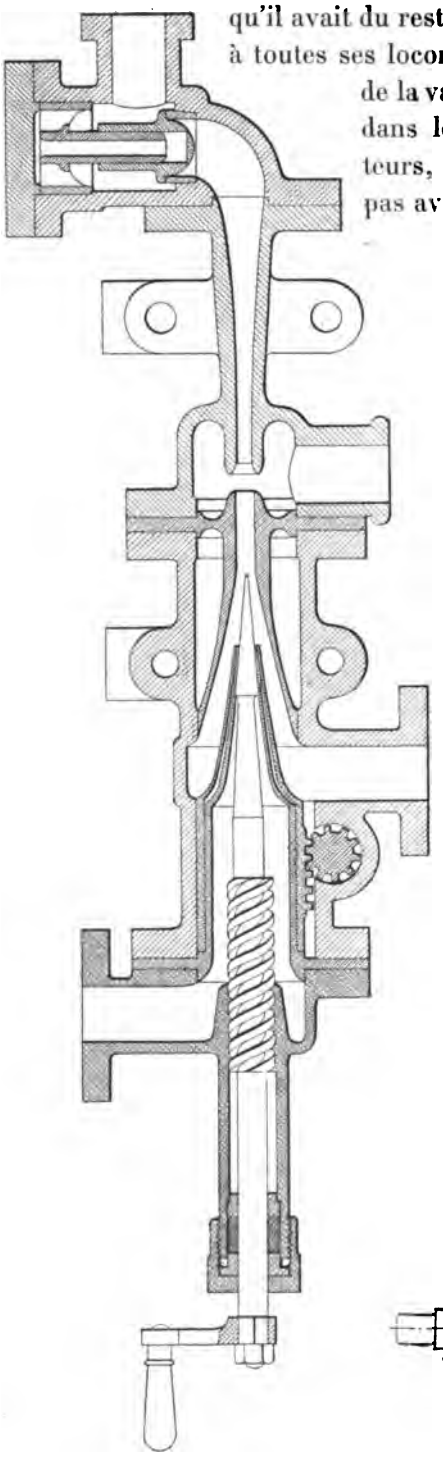


Fig. 839. — Injecteur Turck.

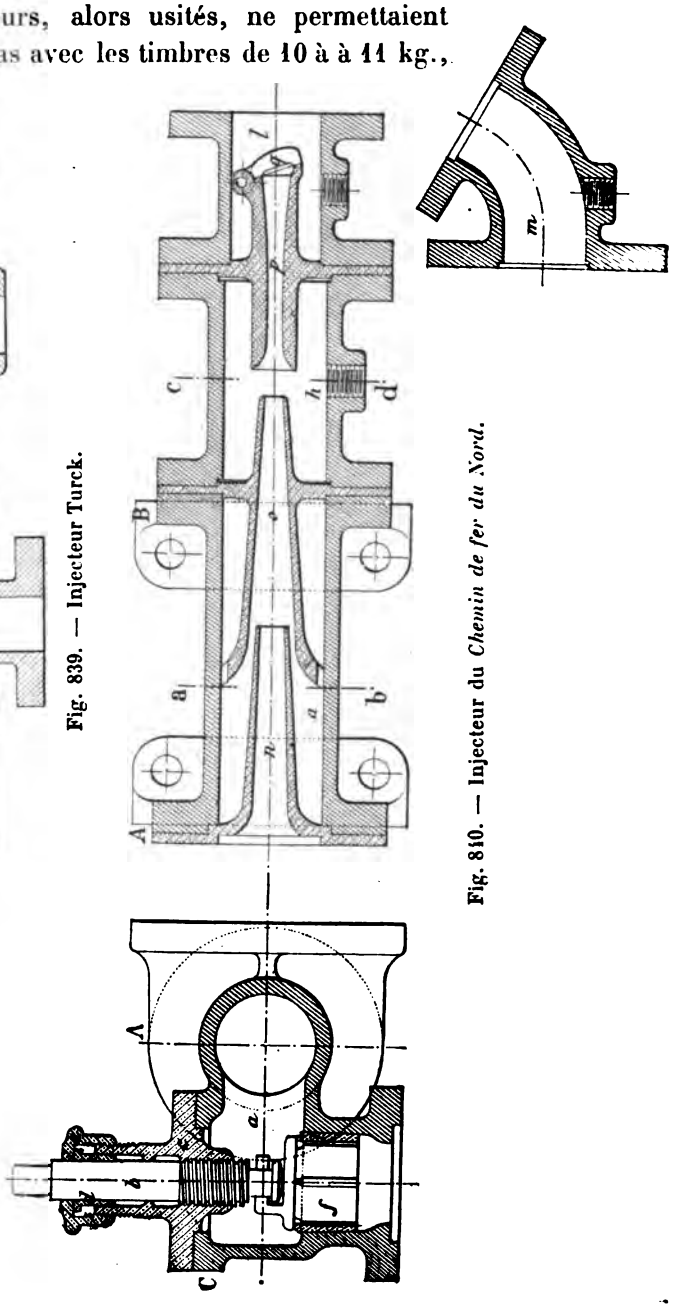


Fig. 840. — Injecteur du *Chemin de fer du Nord*.

l'emploi d'eau d'alimentation portée à une température supérieure 45°. L'ali-

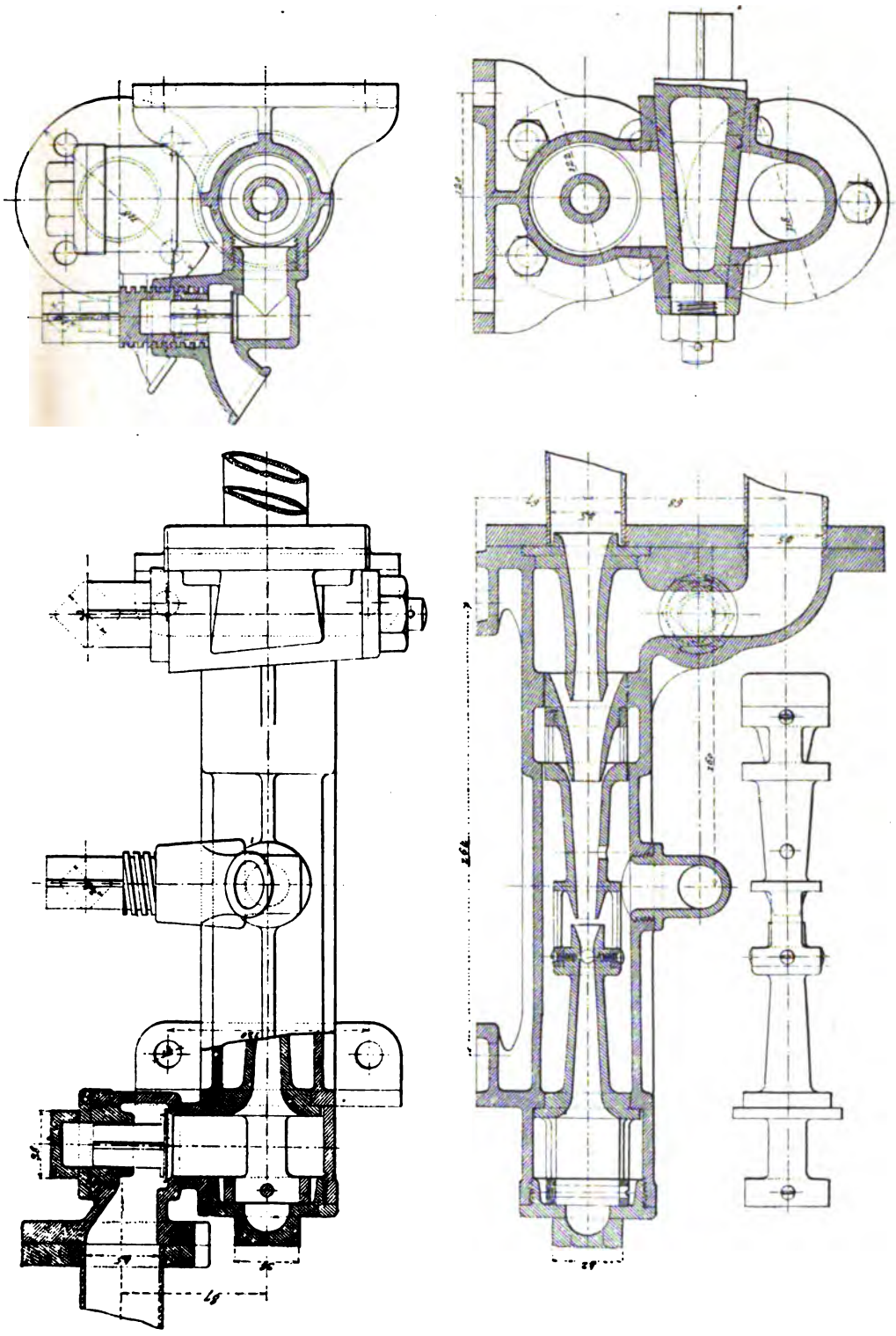


Fig. 811. — Injecteur *Friedmann* n° 9. (D'après le *Traité de la machine à vapeur*, de M. E. Sauvage.)

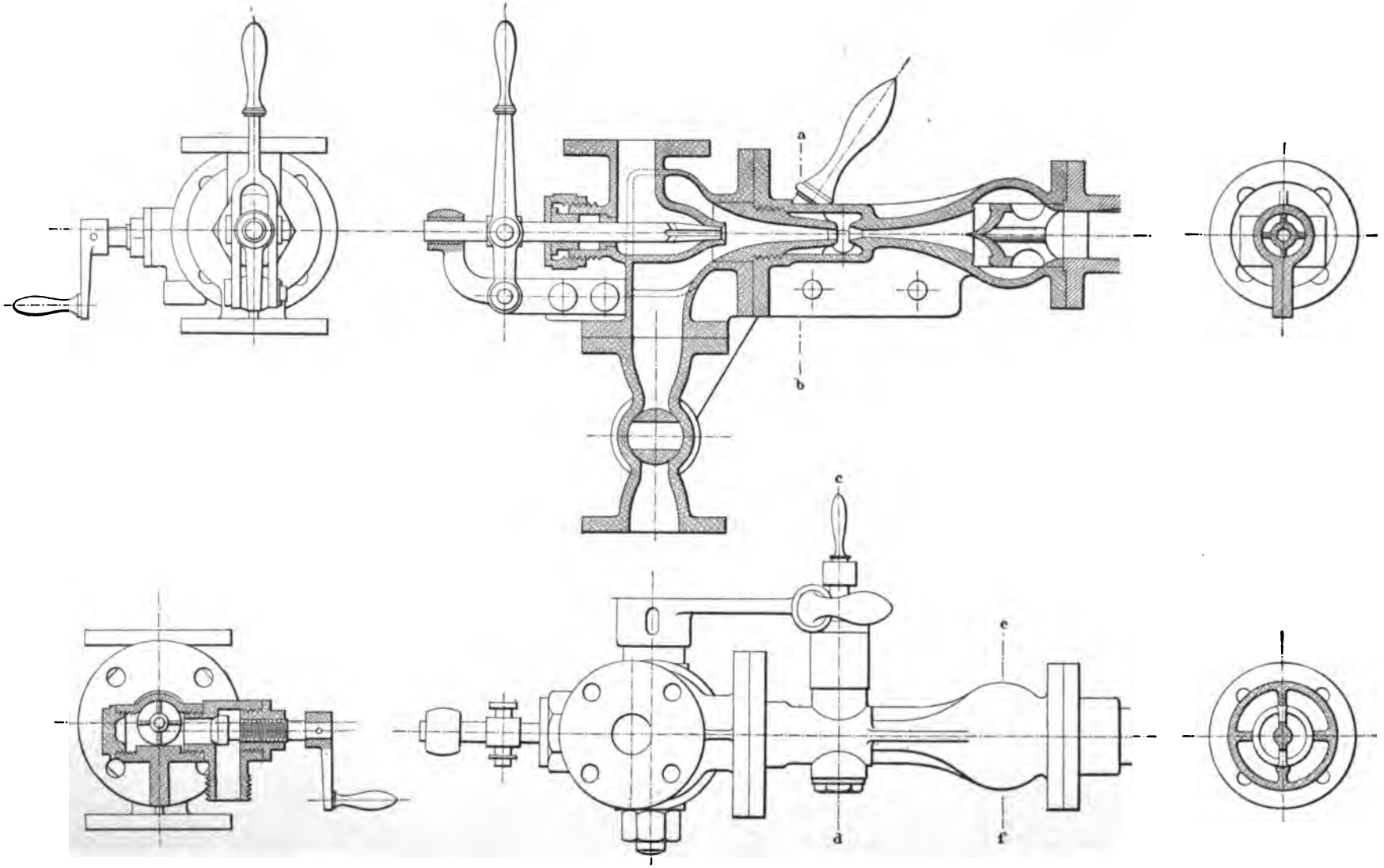


Fig. 842. — Injecteur aspirant de la *Société autrichienne-hongroise des Chemins de fer de l'État* (système E. Polonceau).
(D'après le *Traité de la machine à vapeur*, de M. E. Sauvage.)

mentation, pendant les arrêts, était assurée par une petite pompe à plongeur, montée sur le prolongement de la tige du petit-cheval du frein Westinghouse.

On doit, pensons-nous, considérer ces tentatives isolées comme les dernières qui ont été et seront tentées pour revenir à l'emploi des pompes alimentaires.

Il ne nous appartient pas, dans cet ouvrage, de décrire le fonctionnement des injecteurs ; ce sujet a été traité dans différents ouvrages auxquels nous renvoyons le lecteur[1]. Nous rappellerons simplement que ces appareils offrent un excellent rendement, le calorique non transformé en énergie mécanique se retrouvant dans l'eau d'alimentation dont la température se trouve sensiblement augmentée. Il ne comporte guère qu'une perte par rayonnement extérieur qu'il est difficile d'évaluer à plus de 20 0/0.

Aucun appareil n'a peut-être subi, dans ses dispositions de détail et dans ses proportions, plus de modifications que l'injecteur, chaque Compagnie ou administration ayant un ou plusieurs modèles appropriés à ses besoins ou perfectionnés suivant les idées de ses ingénieurs. Le perfectionnement principal opéré dans ces dernières années a surtout consisté à augmenter le nombre des cônes d'aspiration et des surfaces de contact entre la vapeur et l'eau, de manière à mieux assurer la condensation de la première et à permettre le fonctionnement régulier pour des pressions comprises entre 10 et 15 kg. avec une eau d'alimentation dont la température peut s'élever jusqu'à 55° ou même exceptionnellement à 60°. On est revenu peu à peu aux injecteurs aspirants qui avaient été abandonnés par plusieurs administrations dans la période précédente pour des appareils du type non-aspirant, plus simples, mais qui ne permettaient guère d'alimenter régulièrement, avec de l'eau portée à une température de plus de 45°, des chaudières timbrées à plus de 9 ou 10 kg.

En France on emploie un assez grand nombre de types d'injecteurs. Les *Compagnies de Lyon* et de *l'Est* ont longtemps employé des injecteurs fort peu différents du type primitif de *Giffard*, et la Compagnie de l'*Ouest* l'injecteur *Turck* (fig. 839). Plus tard, les Compagnies de l'*Est* et de l'*Ouest* ont employé l'injecteur *Friedmann*. Toutes ces Compagnies appliquent aujourd'hui sur une assez grande échelle les injecteurs du type américain de *Sellers* qui est un instrument des plus commodes et particulièrement approprié à l'emploi des hautes pressions de 12 à 15 atmosphères, aujourd'hui courantes, et auxquelles les injecteurs des anciens types fonctionneraient mal ou pas du tout.

La Compagnie du *Nord* emploie beaucoup un injecteur non aspirant

[1] Plus particulièrement à l'important *Traité de la machine à vapeur*, de M. E. Sauvage, auquel nous avons emprunté les figures relatives aux injecteurs.

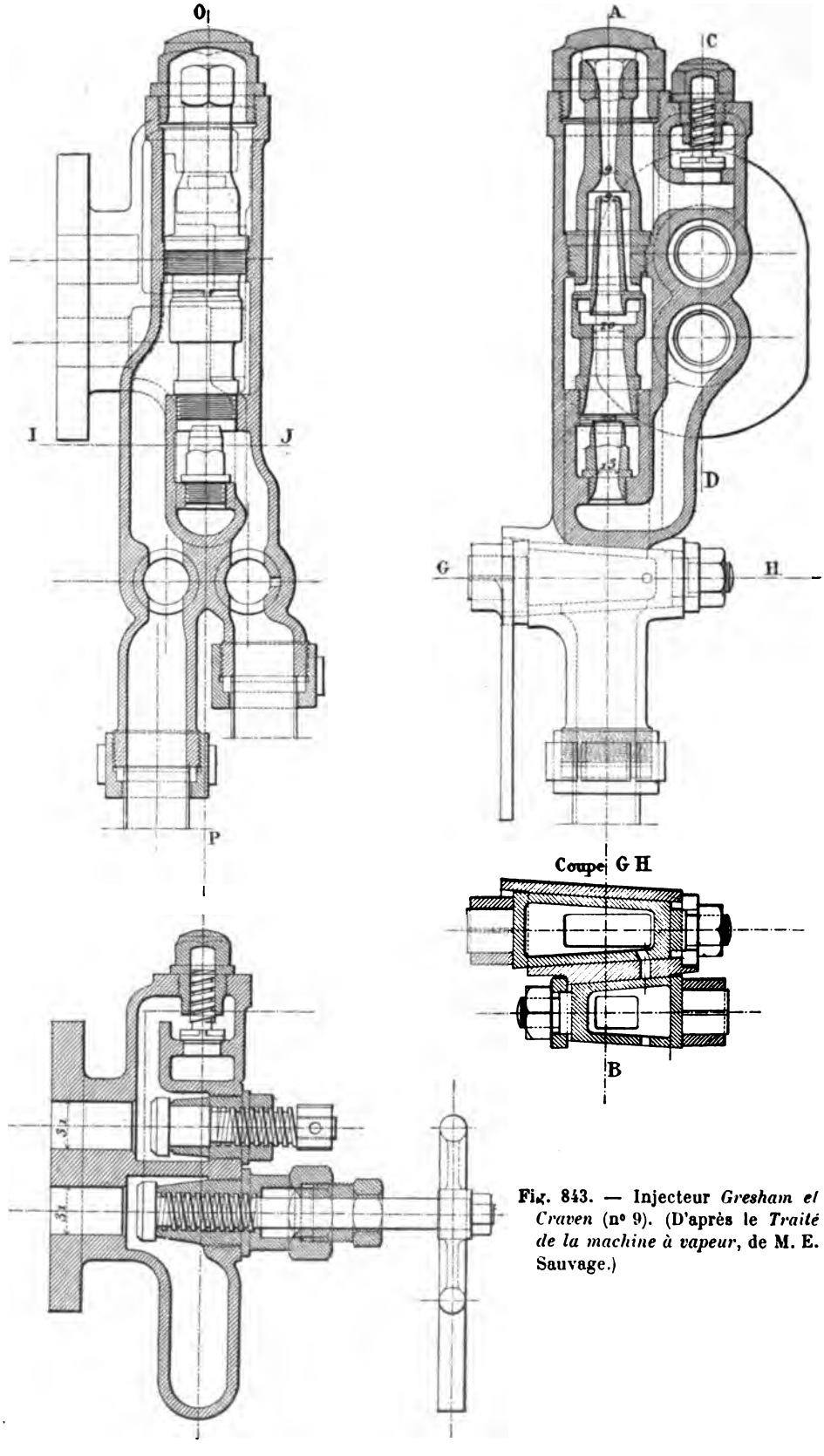


Fig. 843. — Injecteur *Gresham et Craven* (n° 9). (D'après le *Traité de la machine à vapeur*, de M. E. Sauvage.)

(fig. 840) analogue au *Friedman* (fig. 841), mais auquel, dans ses nouvelles compound timbrées à 14 kg., elle a substitué des injecteurs Sellers.

Dans l'injecteur *Friedman*, le mélange de l'eau et de la vapeur s'effectue à l'intérieur d'une chemise qui précède l'ajutage convergent, ce qui multiplie les surfaces de contact entre les deux fluides.

L'injecteur Giffard de la Compagnie de *Lyon* (fig. 838), monté sur très grand nombre de machines de cette administration, à l'exception des nouvelles locomotives qui ont reçu le Sellers, constitue un bon système d'appareil à aiguille du type aspirant. Il est vertical.

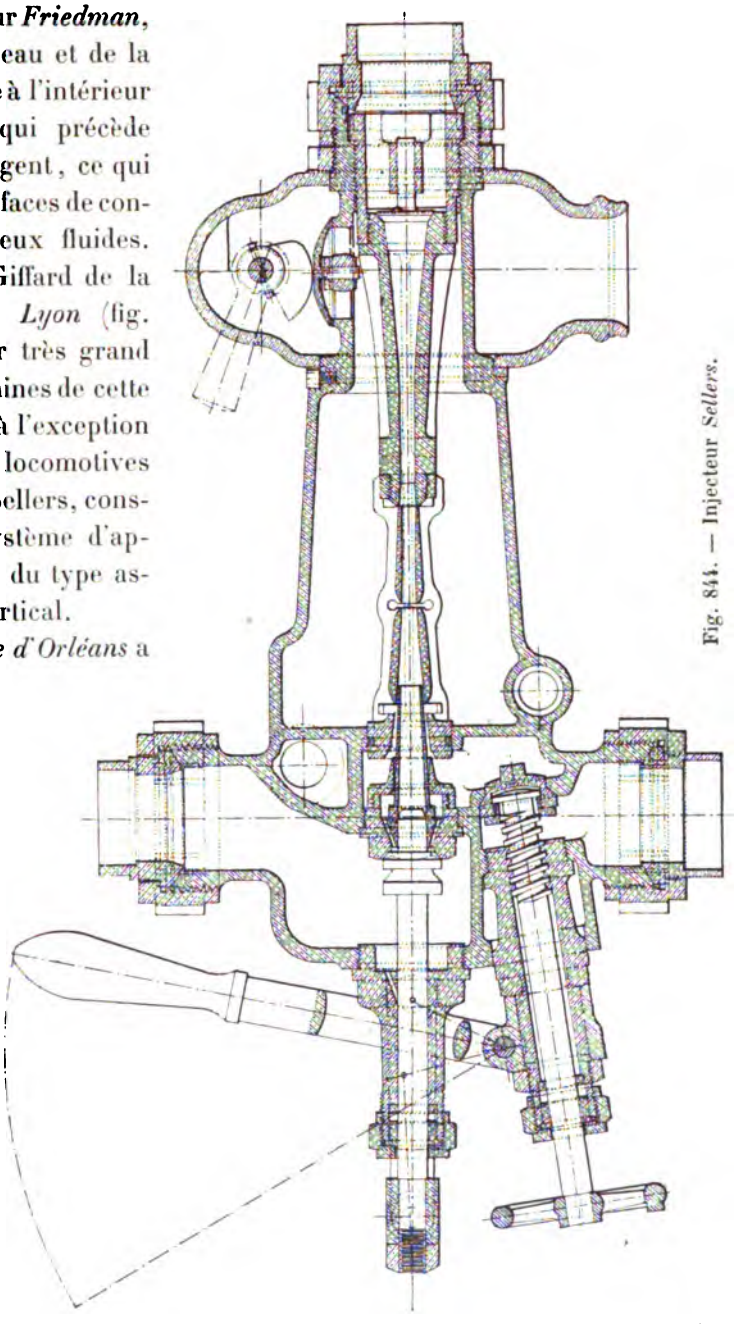


Fig. 841. — Injecteur *Sellers*.

La *Compagnie d'Orléans* a renoncé à l'ancien type d'injecteur qu'elle employait concurremment aux pompes, pour adopter l'injecteur du système E. Polonceau (fig. 842). Cet appareil peut alimenter à des pressions variant de 3 à 14 kg., avec de l'eau chauffée à 55°.

Le cône d'arrivée d'eau présente une section fixe et la section du cône d'arrivée de vapeur peut être modifiée par une aiguille conique allongée et forée en son centre pour laisser passer la vapeur dès l'ouverture du robinet

et commencer à amorcer l'injecteur, par un mince filet. L'aiguille est mise en mouvement par un levier qui permet de modifier sa position longitudinale; le serrage du presse-étoupes qu'elle traverse suffit à la maintenir. Le clapet de retenue est disposé horizontalement afin de diminuer le nombre des coudes, et sa face inférieure est taillée en forme de cône allongé pour diminuer la résistance.

Cet injecteur est aspirant; il se monte horizontalement un peu au-dessus de la plate-forme du mécanicien.

L'*injecteur Sellers* (fig. 844), employé depuis peu par les Compagnies de

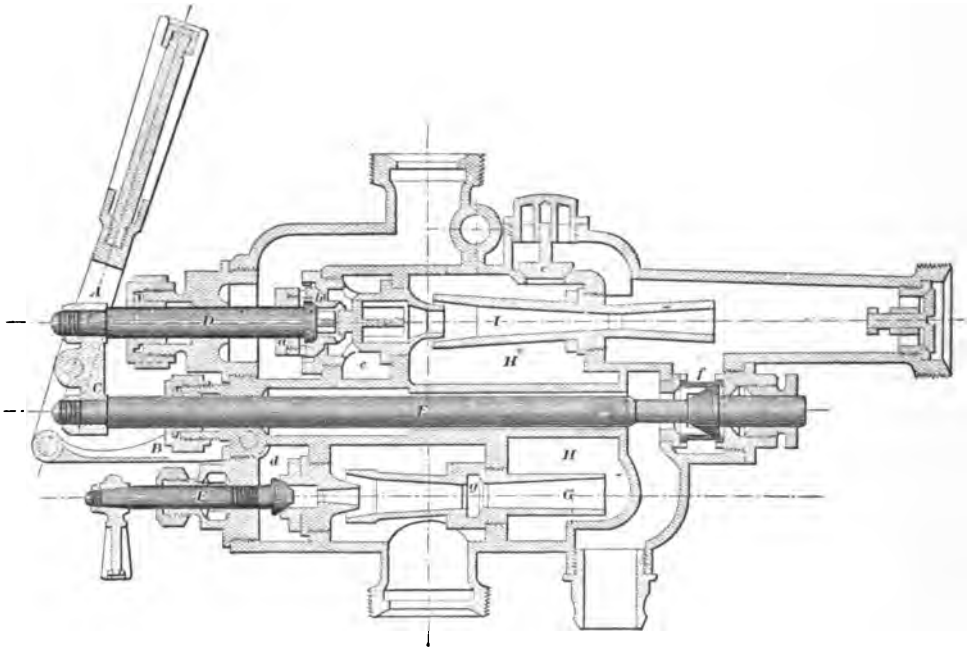


Fig. 845. — Injecteur double *Derby*. (D'après le *Traité de la machine à vapeur*, de M. E. Sauvage.)

l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est* et de *Paris-Lyon-Méditerranée* pour leurs machines récentes, est un appareil aspirant, de manœuvre très commode et dit à *réamorçage automatique*. Les mécaniciens, qui ont encore présentes à l'esprit les difficultés qu'offrait souvent l'amorçage des injecteurs *Friedman* lorsque la pression dépassait 9 à 10 kg., apprécient beaucoup ce nouvel injecteur. Dans cet appareil, la vapeur sort par une tuyère et par une zone annulaire concentrique et extérieure à cette tuyère. Une soupape, commandée par un levier à la main des agents du service, bouche la tuyère lorsqu'elle est à fond de course vers l'avant comme par exemple pour l'amorçage. La vapeur ne passe alors que dans la zone annulaire et produit l'aspiration de l'air, puis de l'eau. Une fois l'aspiration bien établie, on ouvre la soupape et l'appareil se met au fonctionnement normal. On règle l'aspiration de l'eau par

une soupape à vis. Cet injecteur fonctionne très bien jusqu'à la pression de 15 kg., la plus élevée qui ait encore été adoptée pour les locomotives.

Nos figures représentent un certain nombre d'autres types d'injecteurs qu'il nous paraît inutile de décrire et pour lesquels nous renvoyons aux ouvrages spéciaux : l'injecteur américain de *Mack* qui ne renferme qu'une aiguille mobile; l'injecteur *Gresham et Graven* (fig. 843) presque aussi simple, bien qu'aspirant, que les injecteurs non aspirants, et qui se place verticalement sur le fond arrière de la chaudière; il est très usité en

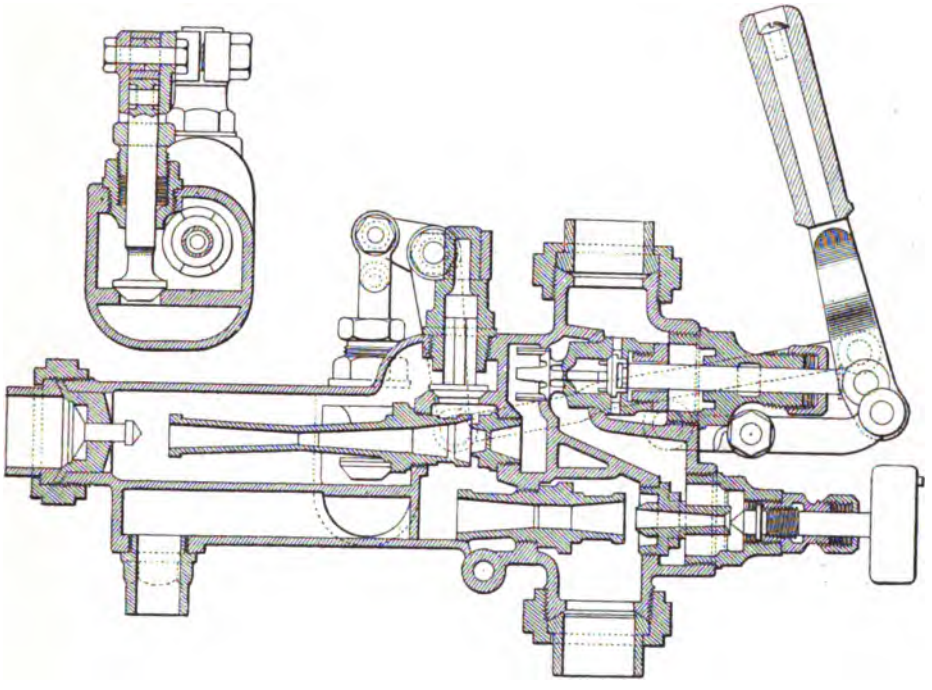


Fig. 846. — Injecteur double *Park et Wilkinson.* (D'après le *Traité de la machine à vapeur*, de M. E. Sauvage.)

Angleterre. Il ne comporte aucune tuyauterie extérieure de vapeur ni de refoulement; l'arrivée de vapeur et le refoulement s'opèrent à l'aide de deux bouts de tuyaux placés dans la chaudière et traversant tous deux le pied qui supporte l'appareil. Puis les injecteurs à plusieurs jeux successifs de cônes, très employés aux Etats-Unis, et qui permettent le fonctionnement avec des eaux relativement chaudes, par exemple ceux de *Hancock*, *Park* et *Wilkinson*, *Derby* et *Laux* (fig. 845, 846).

On munit toujours les locomotives de deux injecteurs, le second de ces appareils étant nécessaire comme rechange en cas d'avarie au premier ou ou pour lui venir en aide lors d'une dépense accidentellement très grande d'eau, comme par exemple une fuite à la chaudière. Ordinairement, on donne à ces deux injecteurs des calibres très différents ; l'un d'eux a un diamètre

à la tuyère de 5 à 6 mm. par exemple, l'autre un diamètre de 9 mm.; le premier sert à opérer autant que possible une alimentation continue lorsque la machine est en marche et que la dépense de vapeur est sensiblement constante. Les injecteurs Sellers, qui sont très facilement réglables, permettent avec avantage une telle conduite de l'alimentation. Le gros injecteur sert comme rechange en cas d'avarie et permet de faire le plein de la chaudière lorsque, pour une cause quelconque, le niveau de l'eau est descendu trop bas, ou d'opérer rapidement un surcroît d'alimentation si la pression tend à monter et si les soupapes perdent, le niveau étant peu élevé. Ce gros injecteur est également très utile sur un profil difficile pour opérer une alimentation discontinue; on cesse d'alimenter en montant les rampes et on rétablit le niveau pendant la descente ou en palier.

Les injecteurs sont placés horizontalement ou verticalement, mais la première disposition est la plus répandue. S'ils sont aspirants, on les place ordinairement sur les côtés de la boîte à feu ou, en arrière de celle-ci, sur les couvre-roues dans les machines comportant un essieu accouplé derrière le foyer, ou sur la partie postérieure des caisses dans les machines-tenders. Certains types d'injecteurs, comme ceux de Gresham et de Webb, se placent verticalement contre la face arrière de la chaudière.

334. Tuyautage d'alimentation. — Les injecteurs comportent : un tuyautage d'arrivée de vapeur, un tuyautage d'aspiration et un tuyautage de refoulement.

La prise de vapeur se fait soit directement sur la chaudière, soit plus fréquemment sur une colonnette spéciale dont nous parlons ailleurs et qui sert à toutes les prises auxiliaires. Le tuyau de vapeur comporte un robinet, placé à sa naissance sur la chaudière, permettant de fermer toute issue à la vapeur au cas où ce tuyau viendrait à crever; un autre robinet, plus accessible et facilement manœuvrable, est placé sur l'injecteur.

Les injecteurs aspirent dans les caisses du tender ou de la machine suivant que celle-ci est ou non à tender séparé. Dans les machines-tenders, ce tuyautage est entièrement rigide et ne diffère en rien du tuyautage de vapeur ou de refoulement si ce n'est que l'épaisseur des parois des tuyaux peut être moins grande. Dans les machines à tender séparé, il est nécessaire d'établir, entre l'appareil d'alimentation et la prise sur la caisse, une liaison à la fois étanche et flexible, permettant des déplacements relatifs des deux véhicules pendant la marche.

Cet accouplement élastique s'opère soit par des tuyaux entièrement métalliques, présentant une pièce intermédiaire, susceptible de glisser à frottement doux dans les deux parties qui la reçoivent, solidaires, l'une du tender et l'autre de la machine, à l'aide de rotules garnies de caoutchouc assurant

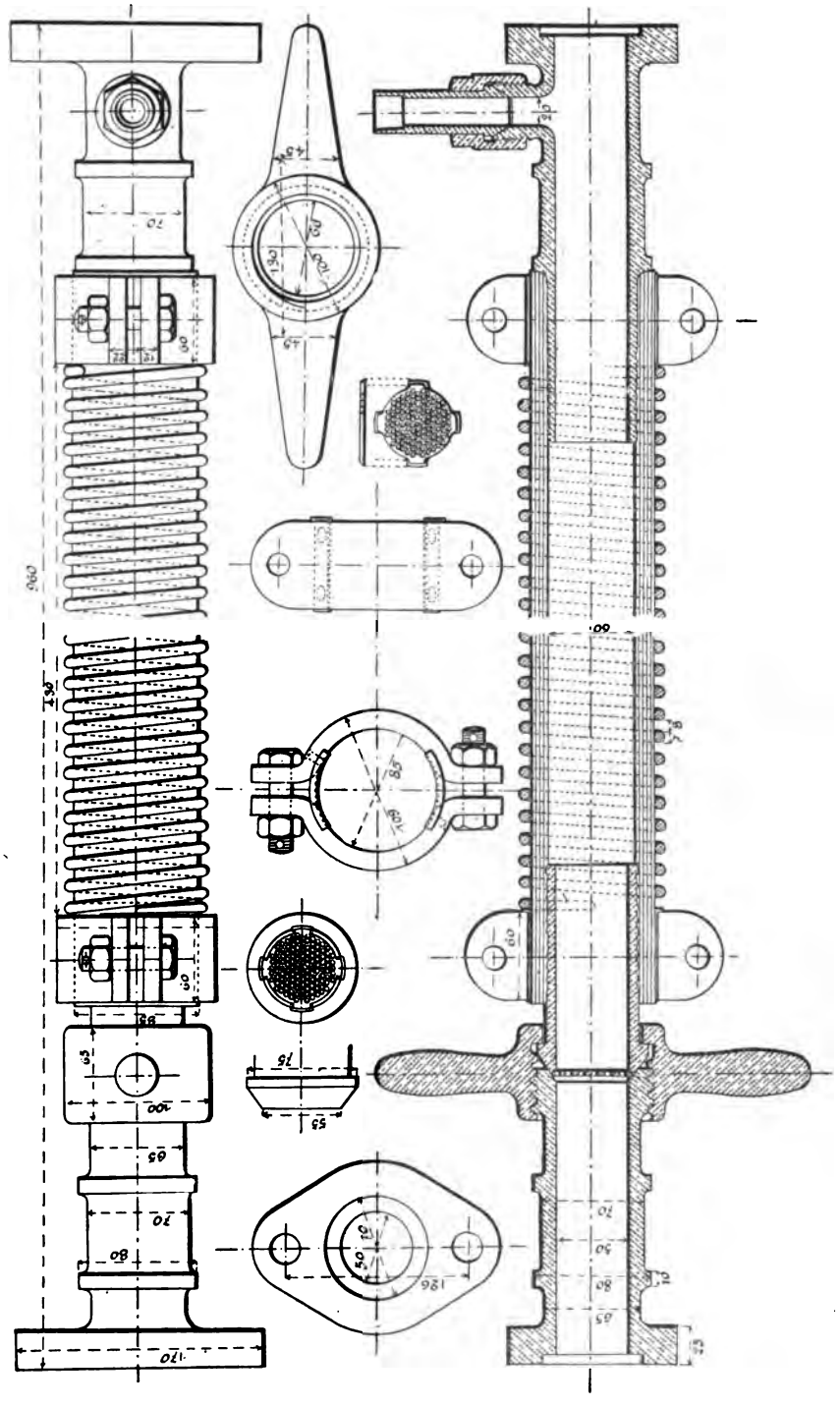


Fig. 846 *bis*. — Rotule en caoutchouc (*Chemins de fer P.-L.-M.*).

l'étanchéité. On préfère généralement établir la liaison entre le tuyautage de la machine et celui du tender au moyen d'un tuyau flexible en caout-

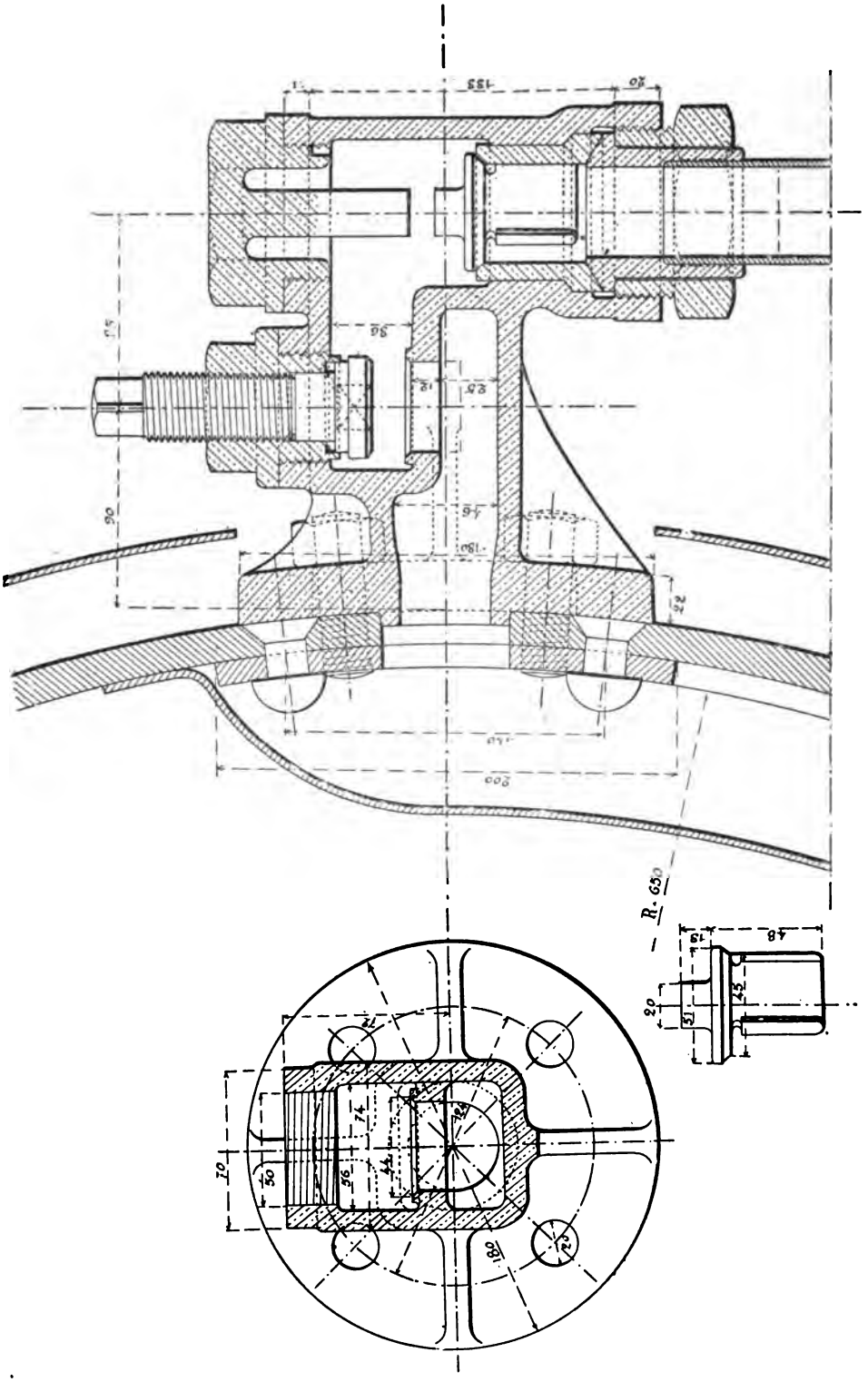


Fig. 847. — Boîte à clapet de retenue (*Chemins de fer de l'Est*).

choue et toile, armé par un fil de fer ou d'acier roulé en hélice figure 846. L'accouplement s'opère à l'aide d'un mandrin à vis que l'on serre à bloc. Ce

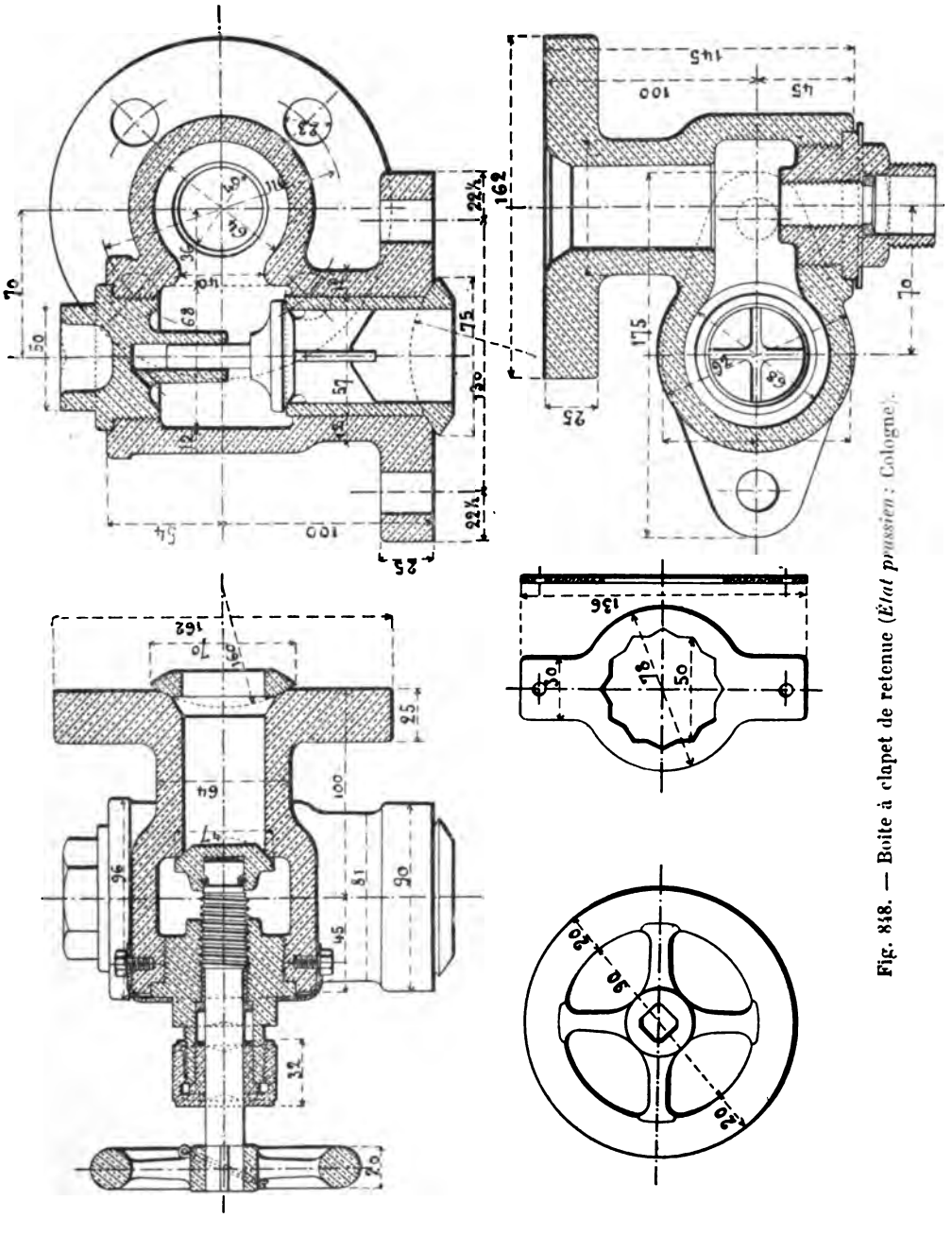


Fig. 848. — Boite à clapet de retenue (*État prussien* ; Cologne).

système assure mieux l'étanchéité que le précédent et c'est un avantage important car une fuite à cet accouplement peut ou amener une perte d'eau considérable quand l'injecteur ne fonctionne pas si la soupape de prise d'eau

sur le tender reste ouverte, ou des rentrées d'air qui peuvent gêner considérablement l'aspiration et l'amorçage de l'injecteur.

Le tuyautage de refoulement doit être très direct et ne comporter en tous cas que des coudes arrondis suivant un aussi grand diamètre que possible, afin de ne pas créer de pertes de charge nuisibles. Chacun des tuyaux de refoulement aboutit sur la chaudière à une chapelle en bronze, boulonnée au corps cylindrique et contenant un clapet que la pression de la vapeur applique sur son siège quand l'alimentation ne fonctionne pas ; le courant sortant des injecteurs doit soulever cette soupape avant de pénétrer dans la chaudière. Le but de ce clapet est de fermer automatiquement le tuyau de refoulement de l'injecteur dès qu'une rupture vient à y déterminer une fuite importante ; sans lui, la chaudière pourrait se vider. Ce clapet doit être assez étanche pour permettre, sans qu'il se manifeste de fuites, le démontage du tuyau de refoulement de l'injecteur, la chaudière étant sous pression. Toutefois on ajoute, pour plus de sécurité, entre le clapet et la chaudière, un robinet à boisseau ou à vis dont la fermeture assure une étanchéité complète.

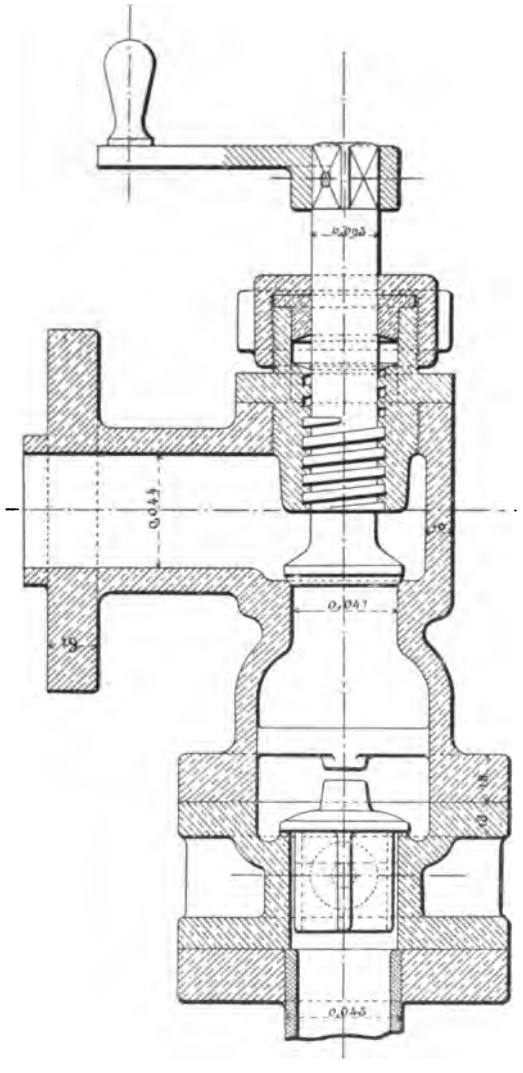


Fig. 849. — Boîte à clapet de retenue. Type du *Glasgow and South Western*.

On trouvera (fig. 847 à 851), plusieurs types de boîtes à clapets d'alimentation.

La figure 847 représente un type, très répandu en France à quelques variantes près, emprunté aux locomotives de la Compagnie de l'*Est*. La boîte, en bronze, contient un clapet vertical placé sur un siège rapporté, au-dessus du point où aboutit le tuyau de refoulement ; elle comporte à la partie supérieure, un bouchon à vis muni d'une butée pour le clapet et servant à la visite de ce dernier. Entre la chapelle et la chaudière est placé un robinet à

vis que l'on peut tourner du dehors au moyen d'une clé s'emmanchant sur un carré visible sur la figure. Cette boîte est maintenue sur la chaudière par quatre goujons vissés dans la tôle du corps cylindrique munie en ce point d'une tôle de renfort rivée. Un écran intérieur rabat l'eau d'alimentation le long du corps cylindrique.

On remplace souvent le clapet à vis par un robinet à boisseau.

La Compagnie du *Nord* emploie, pour certaines machines, des boîtes à clapets assez compactes, placées sur la façade arrière de la chaudière et dans lesquelles le clapet de retenue se trouve logé à l'intérieur du robinet de fermeture.

La figure 848 représente une boîte à clapet des machines de l'*État prussien* construites par la *Société alsacienne*. Le clapet est disposé verticalement et du type ordinaire à ailettes; le robinet est à vis. Le joint contre la chaudière se fait sur cônes à l'aide d'une lentille en acier rapportée entre les deux surfaces.

On trouvera figure 849 une disposition anglaise (*Glasgow and South Western Ry*) dans laquelle le robinet à vis est placé verticalement au-dessus du clapet.

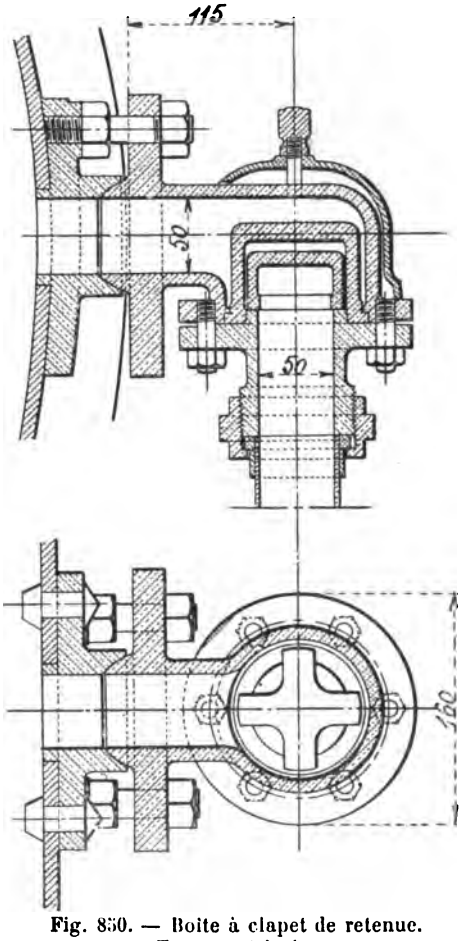


Fig. 850. — Boîte à clapet de retenue. Type américain.

Le type longtemps classique aux États-Unis est représenté figure 850 : la soupape est constituée par une portion de cylindre fermée à sa partie supérieure et dressée sur sa face inférieure reposant sur le siège. Le joint contre la chaudière se fait sur cônes. Il n'y a pas de robinet.

Le *Pennsylvania Railroad* emploie pour ses nouvelles locomotives le type représenté figure 851. Extérieurement, la boîte est très simple et d'un bon aspect, elle n'est constituée en réalité que par le coude du tuyau d'alimentation qui vient s'ajuster sur une pièce en bronze pénétrant à l'intérieur de la chaudière et qui porte le clapet. Cette disposition a été adoptée en vue d'éviter les fuites d'eau bouillante et de vapeur qui se produisent par l'ouverture de la chaudière quand, à la suite d'un accident, d'une collision par exemple,

la boîte extérieure a été arrachée et brisée. La partie qui porte la soupape est

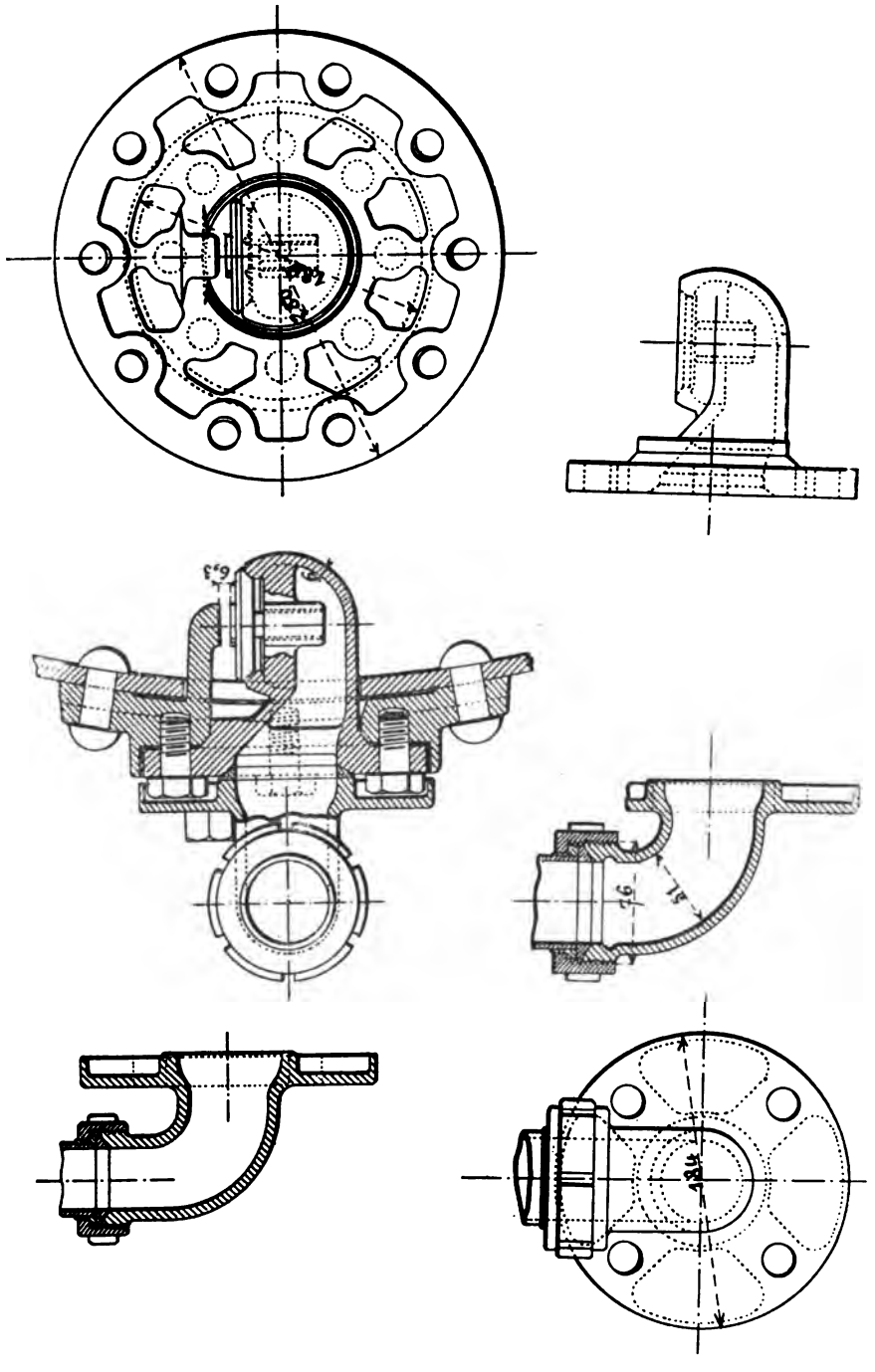


Fig. 851. — Boîte à clapet de retenue placée à l'intérieur de la chaudière (*Pennsylvania Railroad*).

facilement démontable et peut se retirer au dehors pour les visites du clapet.

L'emplacement auquel aboutit le tuyau de refoulement sur la chaudière

n'est pas indifférent. L'eau d'alimentation doit autant que possible pénétrer à l'intérieur de la chaudière dans la zone la moins chaude afin de ménager les tôles et les tubes ; aussi, la chapelle d'alimentation est-elle généralement placée à l'avant du corps cylindrique.

Dans beaucoup de machines anglaises et dans certaines locomotives du *Nord* cependant les chapelles sont situées sur la face arrière de la boîte à feu, sous l'œil du mécanicien ; mais alors le tuyau d'alimentation se prolonge intérieurement vers l'avant et l'eau s'y trouve peu à peu réchauffée avant d'être déversée dans la chaudière et de venir en contact avec les tôles et les tubes. En outre, une grande partie des dépôts se fait dans ce tube qui doit être démonté et nettoyé souvent.

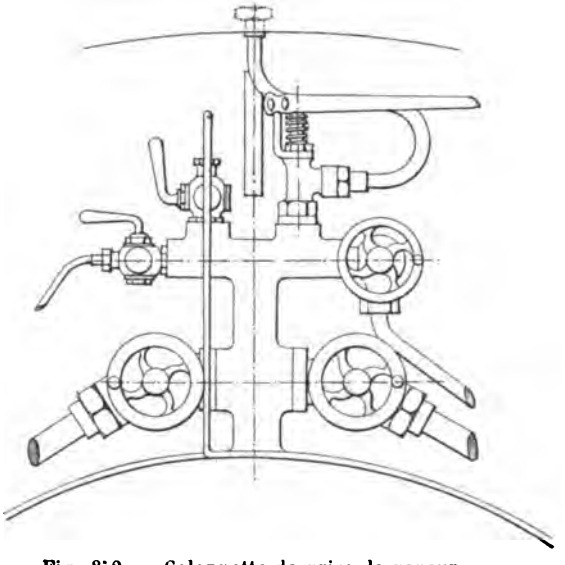


Fig. 852. — Colonnette de prise de vapeur (*Ouest*).

335. Colonnettes de prise de vapeur. — Les chaudières locomotives sont munies d'un assez grand nombre de robinets de prise de vapeur auxiliaires tels que ceux des injecteurs, du petit-cheval du frein, de la sablière à vapeur, du manomètre, du sifflet, etc., dont plusieurs doivent être manœuvrés directement par le mécanicien ou le chauffeur et dont la place est marquée à l'arrière de la chaudière. Quant aux robinets commandant des tuyaux de prise de vapeur se rendant sur l'avant, ils peuvent être placés eux-mêmes sur l'avant ou près du dôme, la commande étant opérée à distance à l'aide d'une tringle terminée sur l'arrière par une poignée ou un volant de manœuvre.

Les robinets placés à l'arrière doivent être groupés assez près les uns des autres pour être bien abordables, ce qui entraîne à percer dans les tôles, pour ces robinets et leurs goujons de fixation, des trous nombreux et rapprochés déterminant dans les tôles des lignes de moindre résistance et les affaiblissant notablement.

C'est pourquoi beaucoup d'administrations groupent aujourd'hui ces prises de vapeur sur une colonnette ou boîte centrale, communiquant avec la chaudière par une seule ouverture et comportant le nombre voulu de tubulures. Cette colonnette est boulonnée sur la tôle de boîte à feu à l'aide d'une embase ; on lui donne autant que possible une section circulaire plus rationnelle en vue de la résistance à la pression intérieure.

Ces colonnettes se placent à l'extérieur, devant l'abri, mais plus souvent à l'intérieur, sous les yeux mêmes du mécanicien. On en trouvera de nombreux

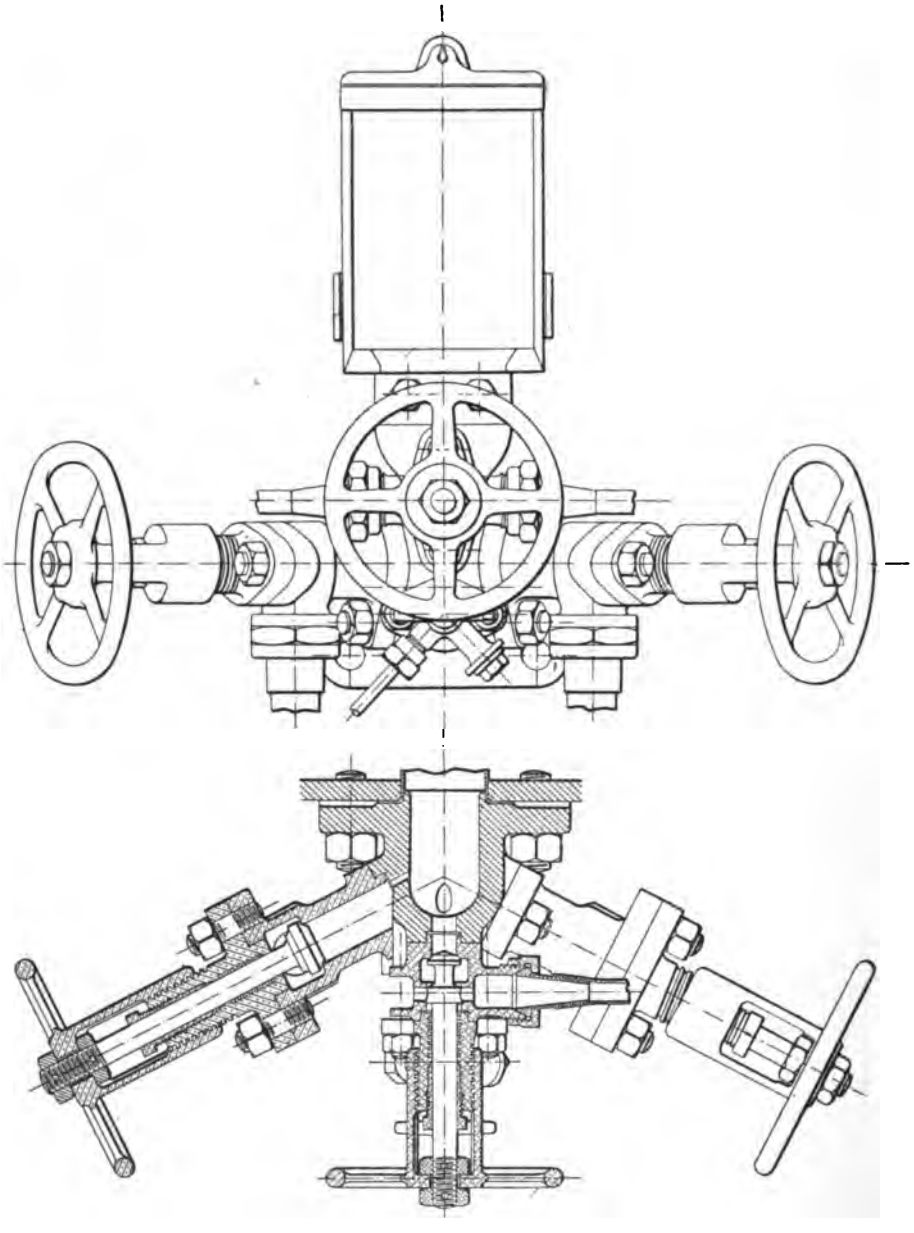


Fig. 853. — Boîte commune pour les prises de vapeur auxiliaires. Type du *Chemin de fer de Paris à Orléans.*

exemples dans les figures 890 à 907 représentant des dispositions d'appareils d'arrière.

Cette disposition offre, en outre, un avantage pratique qui a sa valeur : les

robinets se présentant dans la même position sur toutes les locomotives, les mécaniciens trouvent ainsi de suite, même sur des machines qu'ils n'ont jamais conduites, une disposition connue qui leur permet de manœuvrer ces robinets sans hésitation.

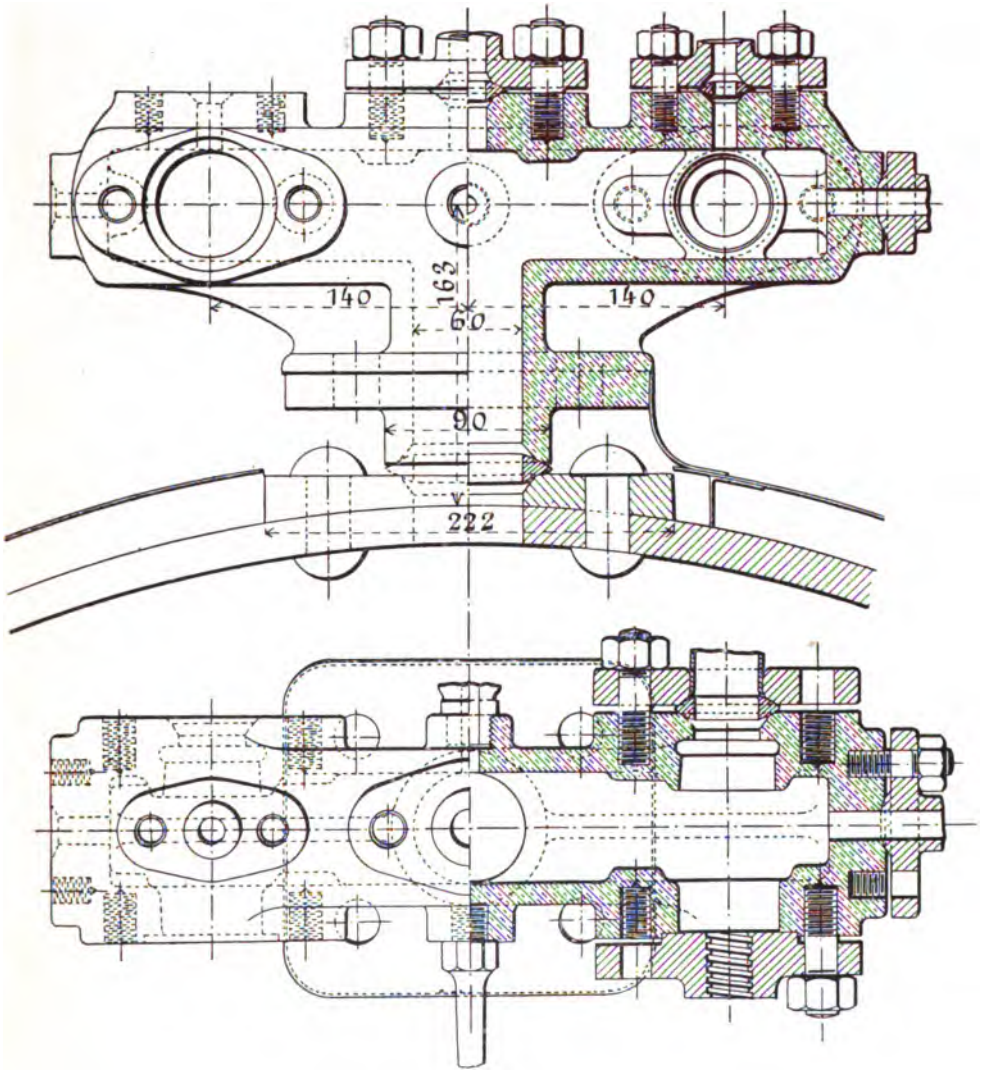


Fig. 851. — Colonnette des prises de vapeur auxiliaires (*Central suisse*).

Les Compagnies du *P.-L.-M.* et de l'*Ouest* emploient des colonnettes verticales de construction très simple, figures 852, 890, 900 (2).

La figure 854 représente une colonnette appartenant à des locomotives du *Central suisse*, construites par la *Société alsacienne*, et dont on peut recommander l'arrangement.

La Compagnie d'*Orléans* applique maintenant à toutes ses machines

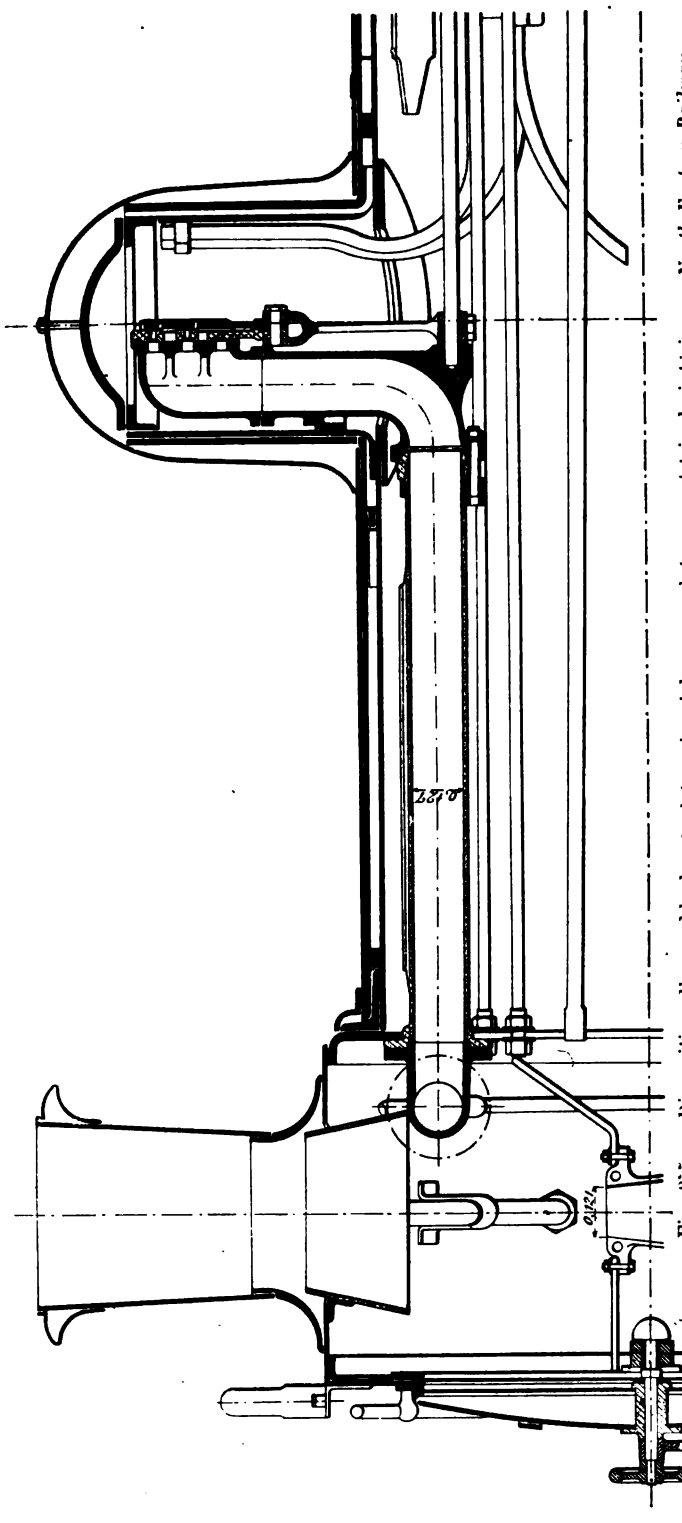


Fig. 853. — Disposition d'ensemble du régulateur à col de cygne, à tuyaux et tringle intérieurs ; *North Eastern Railway* (machines du type Q_1).

une boîte centrale en acier moulé représentée figure 853 et disposée pour recevoir quatre robinets ou plus. On la place généralement sur le dôme d'arrière ; mais pour les chaudières très surélevées au-dessus de la plate-forme, afin de ménager l'accessibilité de ces robinets, on les dispose sur la face arrière de la chaudière. On fait alors communiquer la boîte avec l'intérieur du dôme au moyen d'un tuyau recourbé allant y prendre la vapeur.

336. Régulateur. — Le régulateur, ainsi que son nom l'indique, sert à interrompre ou régler, suivant les besoins, l'admission de la vapeur dans les boîtes à tiroir. En permettant de faire varier la section d'orifices que doit traverser la vapeur, il règle l'écoulement et la pression à l'admission. La section maximum des orifices du régulateur, quand ils sont ouverts en grand, doit être assez considérable pour que, la ma-

chine fonctionnant à toute vitesse, la vapeur ne soit, dans son trajet de la chaudière aux boîtes à tiroirs, soumise qu'à une perte de charge minimum, en un mot pour que la pression dans la boîte à tiroir ne soit inférieure à la pression dans la chaudière que de la quantité nécessaire pour assurer l'écoulement. Cette condition est ordinairement remplie dans la pratique. On a même parfois constaté une augmentation légère et accidentelle ou périodique de pression dans les boîtes à tiroir, attribuée d'abord à un déréglage des instruments de mesure. On a reconnu dans la suite que cet effet, dûment vérifié sur plusieurs locomotives, était dû, malgré la faible densité de la vapeur, à l'inertie du fluide. Il se produit un coup de bélier lorsque les tiroirs ferment les lumières d'admission.

Le régulateur se compose essentiellement d'un tiroir plan, généralement à deux orifices, capable de se mouvoir sous l'action d'une transmission à la main du mécanicien, sur une glace de même forme, horizontale ou verticale, et comportant des lumières semblablement disposées. Le tiroir est appliqué par la pression de la vapeur sur sa glace, ce qui assure son étanchéité. Quand les pleins du tiroir correspondent aux lumières de la table, la vapeur ne peut passer dans le tuyau allant aux cylindres qui communique avec le dessous de celle-ci. L'écoulement se produit dès que les vides se correspondent et s'effectue d'autant plus abondamment que ces lumières sont plus ouvertes. Quand le régulateur est ouvert en grand, la pression dans la boîte à tiroir peut atteindre, à quelques centièmes près, celle qui règne à l'intérieur de la chaudière. En ouvrant modérément le tiroir du régulateur, on gêne l'écoulement de la vapeur; celle-ci se *lamine* et la pression dans la boîte à tiroir devient très inférieure à celle qui règne dans la chaudière, le travail effectué avec une admission donnée est moindre et la machine se meut plus lentement.

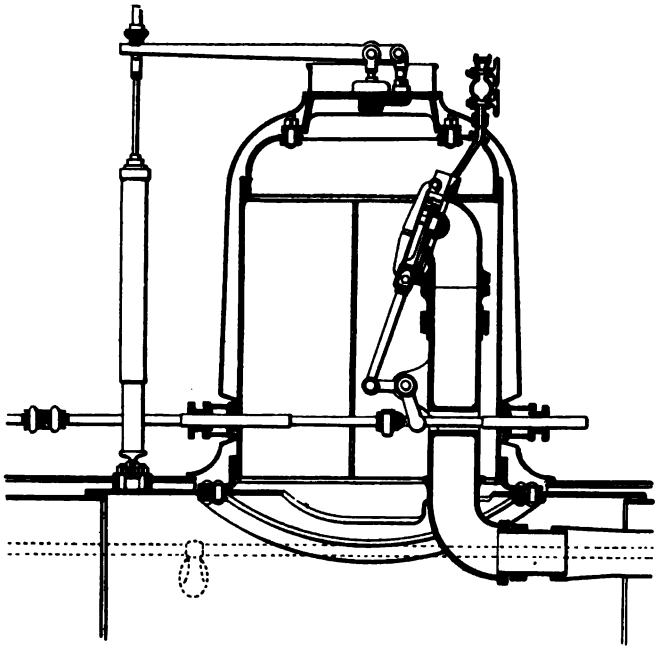


Fig. 856. — Dôme de prise de vapeur et régulateur des locomotives à grande vitesse (série 265-360) des *Chemins de fer de Paris à Orléans.*

Le tiroir du régulateur subissant, lorsqu'il est fermé, la pression de la vapeur sur sa face supérieure, présente une certaine résistance à laquelle il faut ajouter le frottement des articulations ou des garnitures ; aussi est-il nécessaire que le rapport des bras de levier de la manette de commande soit assez considérable ; encore le mécanicien doit-il parfois, à la mise en route, déployer un effort musculaire assez grand. On y remédie en partie en disposant, sur le dos du tiroir du régulateur, un autre tiroir beaucoup plus petit à simple orifice, solidaire du mouvement de commande, et qui se met seul en

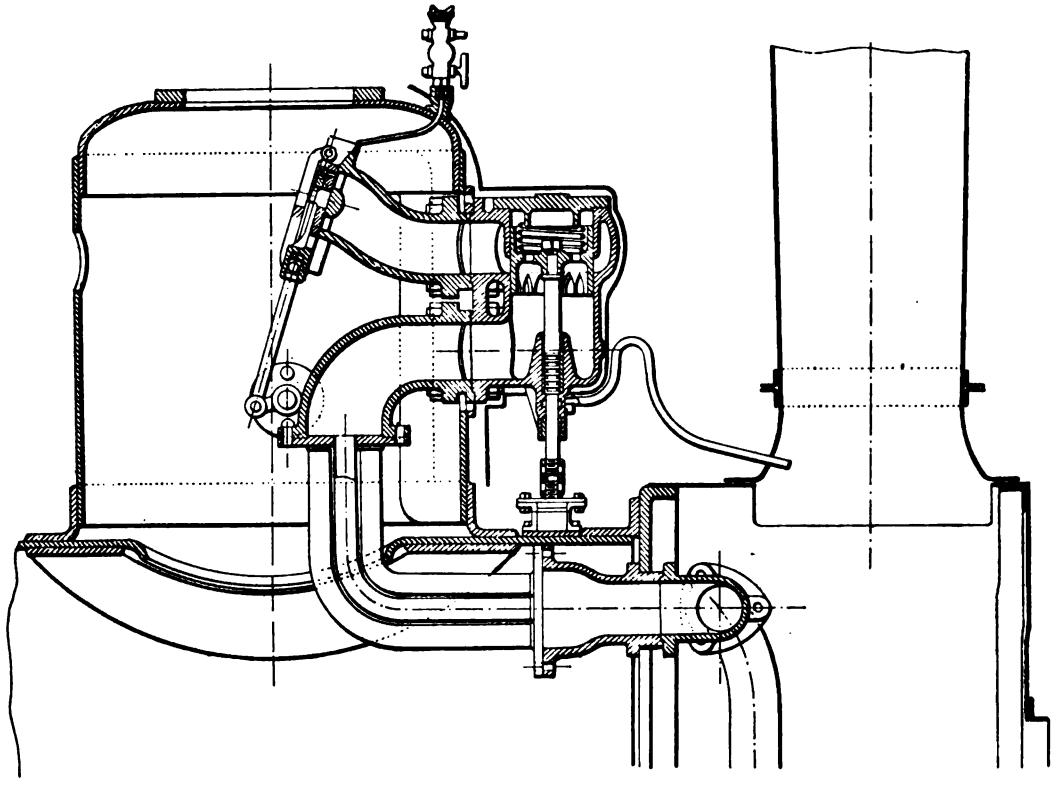


Fig. 856 *bis.* — Régulateur avec détendeur des nouvelles locomotives du *Chemin de fer d'Orléans* (série 77 à 86).

mouvement lorsque le mécanicien pousse le levier d'une certaine quantité, un jeu convenable étant ménagé dans le mécanisme de commande du tiroir principal. Dès lors la vapeur s'introduit à l'intérieur du tuyau de vapeur allant aux cylindres et le tuyau de vapeur principal se trouve dégagé de la pression tendant à le coller sur sa glace. La section donnée à la lumière du petit tiroir est insuffisante pour permettre l'écoulement de la vapeur soit pendant les manœuvres, soit lorsque la machine n'a pas à développer toute sa puissance.

La prise de vapeur peut se faire dans la chaudière même sans l'addition

d'aucun dôme, à l'aide d'un tuyau crépiné placé longitudinalement dans la chambre de vapeur, aussi haut que possible et percé de petites ouvertures à sa partie supérieure. C'est la disposition de Crampton qui a été adoptée en France à une certaine époque sur beaucoup de machines et dont on trouve encore des exemples sur des locomotives anglaises de construction récente ayant le régulateur dans la boîte à fumée (*Great Northern*, *South Eastern*). On attribue à ce dispositif l'avantage de permettre d'obtenir de la vapeur sèche tout en supprimant le dôme, ce qui entraîne une légère réduction de poids; la prise de vapeur se trouvant répartie sur toute la longueur de la chaudière donnerait moins naissance à de violentes ébullitions locales et à des entraînements d'eau. Il n'en est pas toujours ainsi dans la pratique; car, à moins que la machine ne travaille à pleine puissance, les orifices placés près du régulateur sont seuls utilisés. En outre, ces trous, de faible diamètre, sont exposés à être bouchés rapidement par des incrustations.

Le tuyau crépiné peut être aussi employé concurremment avec un dôme auquel il fournit la vapeur. Nous citerons comme exemple la disposition des locomotives de la Compagnie du *P.-L.-M.* représentée figure 820 et qui a pour but de réduire à la fois les ébullitions et les entraînements d'eau. Cette disposition est assez connue pour que nous n'ayons pas à la décrire.

La prise de vapeur s'effectue presque toujours dans un dôme placé sur le corps cylindrique ou parfois au-dessus du foyer, ce qui est moins satisfaisant, nous l'avons dit ailleurs. Le régulateur peut être placé directement dans ce dôme, c'est le cas de la grande majorité des locomotives ; il peut être placé au dehors et se trouve alors alimenté par un tuyau intérieur qui va prendre la vapeur vers le haut du dôme.

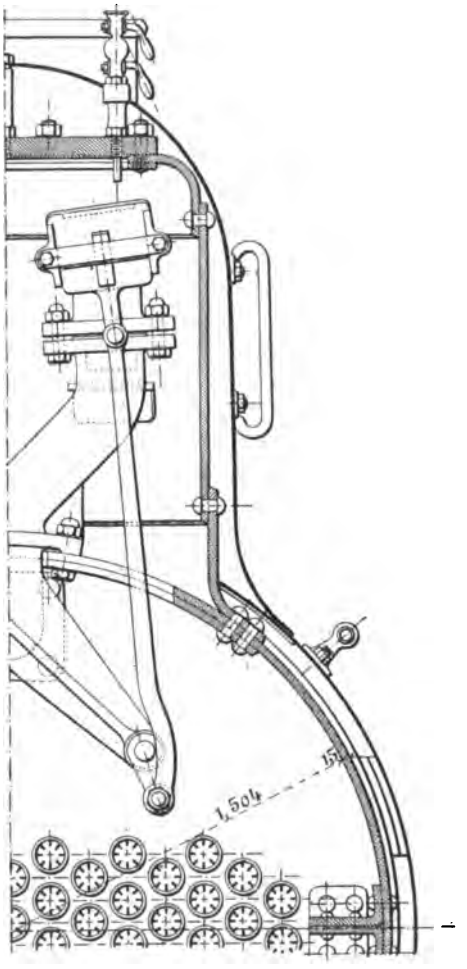


Fig. 857. — Régulateur à col de cygne déporté (Mach. 2301-2304 des *Chemins de fer de l'Ouest*).

Pour faciliter les visites et les réparations du tiroir du régulateur et de sa glace, la partie supérieure du dôme doit être démontable. Nous avons vu plus haut comment ce desideratum se trouvait réalisé. Certaines Compagnies mettent le joint de la partie démontable à la partie supérieure (fig. 384), ce qui ne donne pas une très bonne accessibilité du régulateur; d'autres la mettent

à la partie basse (fig. 385), ce qui n'est pas toujours recommandable à moins que le dôme ne soit de petit volume parce que le poids de la partie à démonter devient assez considérable pour rendre l'opération plus difficile et même pour

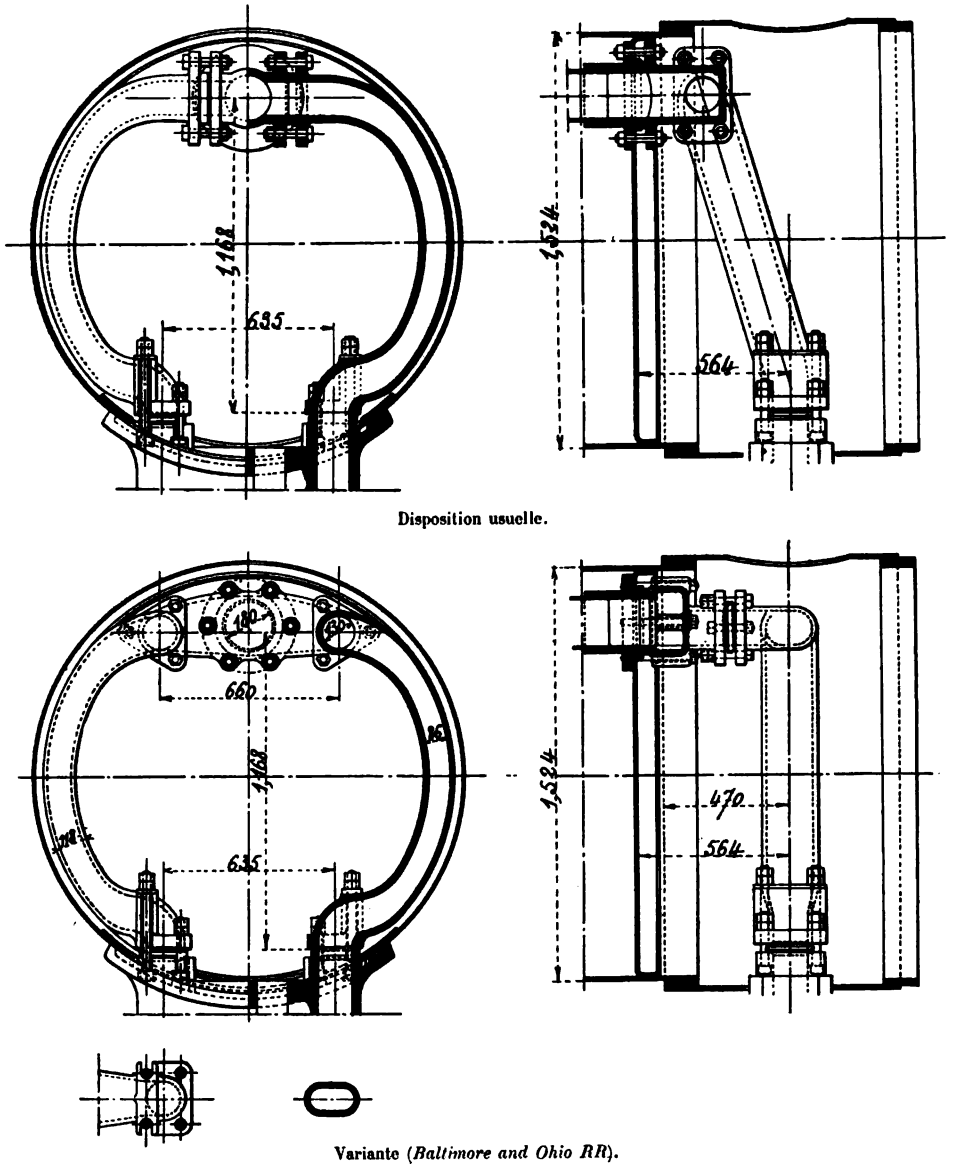


Fig. 858. — Disposition des tuyaux de vapeur dans les locomotives américaines.

nécessiter l'emploi d'appareils de levage. Le meilleur procédé consiste, comme figure 387, à placer le joint vers le milieu, un peu au-dessous du col de cygne ; c'est la disposition des locomotives compound de la Compagnie du *Midi* construites par la *Société alsacienne*, et des machines de l'*État belge*.

Quand le régulateur est placé dans le dôme il est préférable de ne pas fixer

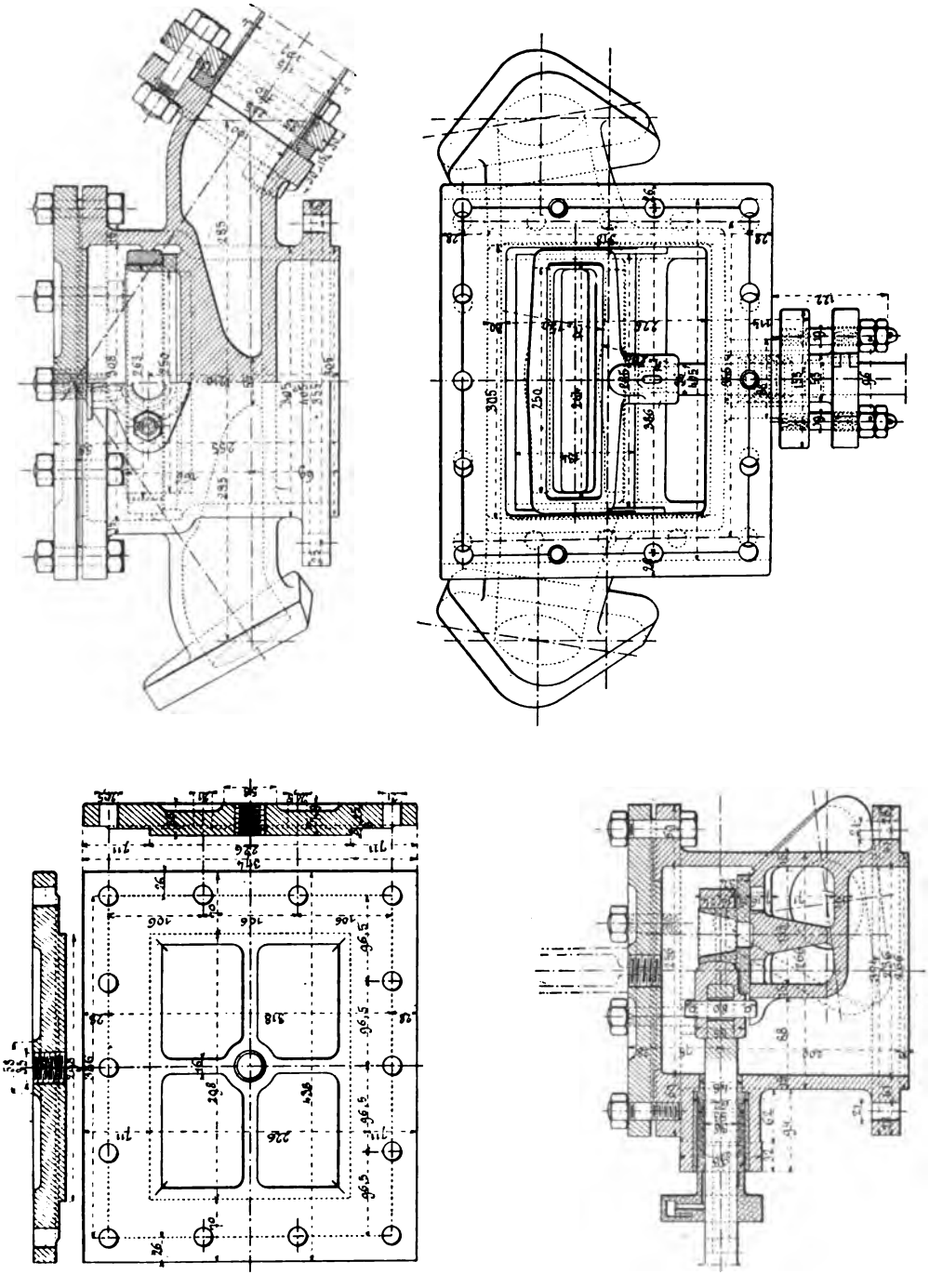


Fig. 839. — Type de régulateur Crampton, à tringle et tuyaux extérieurs (*Chemins de fer de l'Est*; locomotives en général).

les soupapes de sûreté sur celui-ci, car, à moins qu'elles ne soient à charge directe, il faut démonter les leviers pour permettre la sortie du couvercle du

dôme ; si elles sont à charge directe, elles augmentent le poids de la partie démontable. Il est, en outre, préférable de n'avoir pas à toucher aux soupapes de sûreté lors des visites du régulateur. On peut, à ce point de vue, recommander de placer ces dernières en un autre point de la chaudière.

Les tuyaux de vapeur, allant du régulateur aux cylindres, peuvent être extérieurs ; c'est le cas de la plupart des anciennes locomotives des Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est* et du *Midi*, lesquelles ont d'ailleurs à peu près complètement renoncé à cette disposition, ou intérieurs et placés dans la boîte à fumée comme dans l'immense majorité des locomotives usitées dans le monde entier, la seule disposition qui ait jamais été employée en Angle-

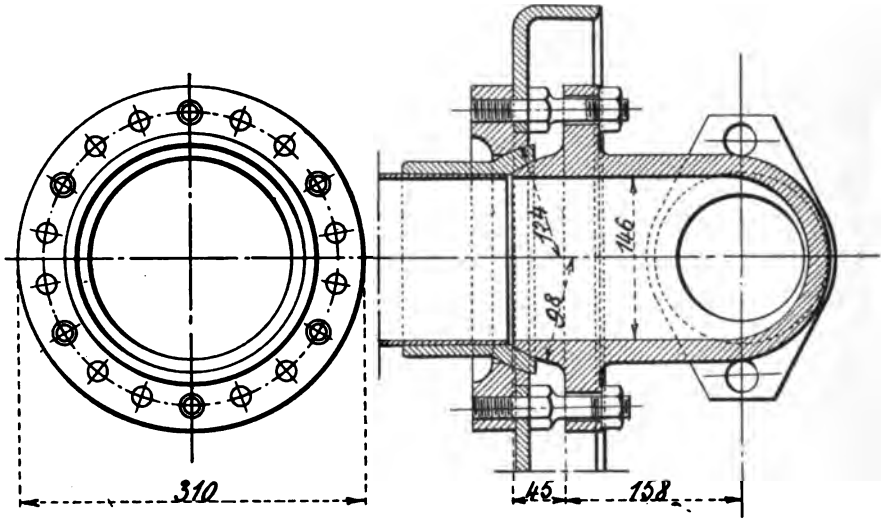


Fig. 860. — Assemblage, sur la plaque tubulaire de boîte à fumée, de la culotte de prise de vapeur et du tuyau aboutissant au régulateur. Disposition américaine permettant un démontage très rapide.

terre et aux Etats-Unis. Les administrations qui ont employé des tuyaux extérieurs avaient eu recours à cette disposition comme résultant de l'adoption du régulateur type Crampton qui passait pour être facilement visitable, étant logé en dehors du dôme, dans une petite boîte spéciale à couvercle démontable. On y renonce peu à peu parce que les tuyaux extérieurs sont plus soumis aux refroidissements extérieurs et qu'ils nuisent à l'aspect des machines. Toutefois, on a encore recours à cet arrangement sur les locomotives dont les cylindres sont placés vers le milieu de la machine (express de l'*Est*, locomotives compound à quatre cylindres, types de Glehn et *P.-L.-M.*) ; le tuyau de vapeur descendant alors verticalement de chaque côté et le régulateur ou le dôme se trouvant placés sensiblement dans le même plan transversal que les cylindres.

Les machines de quelques Compagnies anglaises comportent un régulateur

à tringle de manœuvre et tuyaux intérieurs, qui est placé dans la boîte à fumée, immédiatement à l'avant de la plaque tubulaire.

Le levier du régulateur, placé à la main du mécanicien, agit sur le tiroir, soit directement, soit par l'intermédiaire de transmissions plus ou moins compliquées placées à l'intérieur ou à l'extérieur de la chaudière ou partiellement à l'intérieur et à l'extérieur.

La tringle du régulateur peut être extérieure ou intérieure à la chaudière et on peut agir sur elle en lui imprimant soit un mouvement partiel de rotation, soit un déplacement longitudinal. Les tringles intérieures sont ordinairement placées dans le plan médian de la machine et sortent de la chaudière par la face arrière à travers un presse-étoupes. Outre la simplification extérieure qu'elles entraînent, elles ont cet avantage d'être soumises à la même température que la chaudière et par conséquent de se dilater de la même quantité que cette dernière tandis que les tringles extérieures, restant froides, leur emploi peut donner lieu à un léger déplacement du tiroir du régulateur s'il est à glace horizontale,

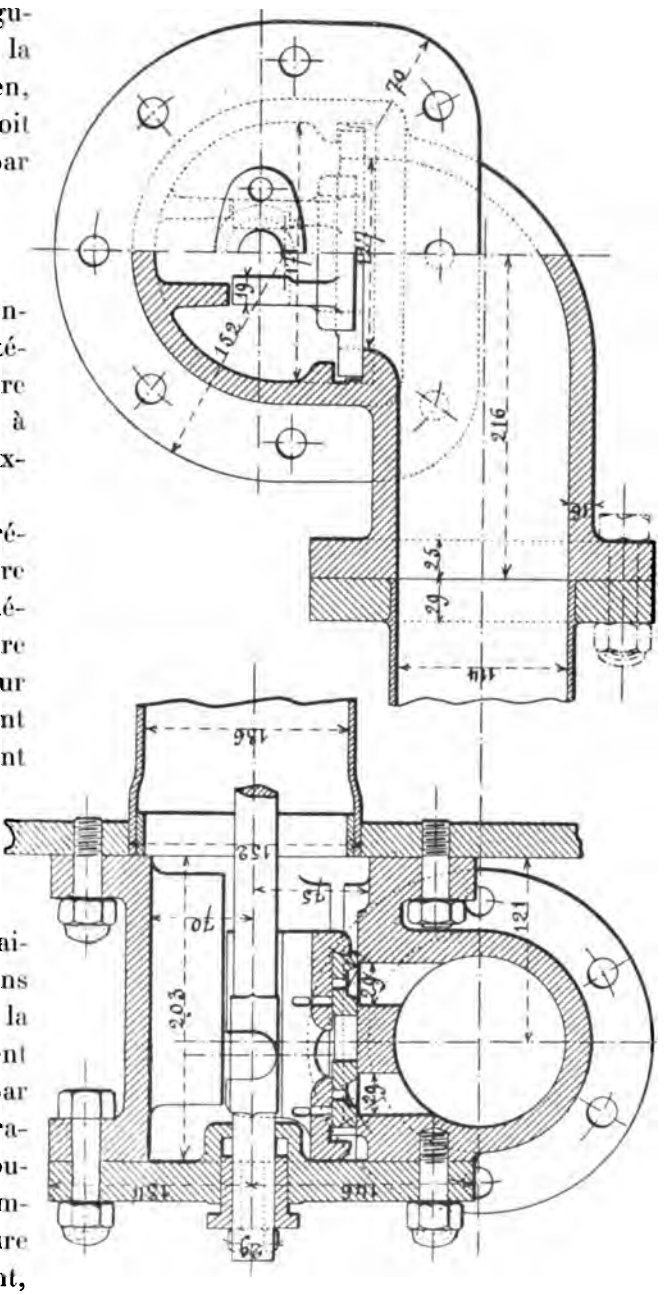


Fig. 861. — Régulateur placé dans la boîte à fumée, à tringle et tuyaux intérieurs ; disposition anglaise (*South Eastern Railway* ; une disposition identique est adoptée par le *Great Northern Railway*).

lorsque la chaudière se dilate. Cet inconvénient a peu d'importance d'ailleurs et, pour remédier à l'action qu'il peut avoir, il suffit de donner aux barrettes du régulateur des recouvrements suffisants. Les tringles des régulateurs sont intérieures dans les toutes locomotives anglaises et américaines, dans celles de l'*État belge* et de la plupart des administrations allemandes ; elles sont exclusivement adoptées sur les nouvelles locomotives des Compagnies de l'*Ouest* et du *Nord* et sur les locomotives à marchandises à six roues accouplées de la Compagnie de l'*Est* (séries 1000 et 3000).

Les manœuvres à tringles extérieures ont surtout été usitées en France, mais sont abandonnées, nous venons de le voir, par quelques administrations. Elles sont encore d'un usage général sur les locomotives des Compagnies de *P.-L.-M* et d'*Orléans*, sur celles des chemins de fer de l'*État* et sur presque tout le matériel de l'*Est*. A l'étranger, on n'en trouve que peu d'exemples si ce n'est sur certains réseaux de l'Autriche, sur le *Grand Central belge*, en Italie et dans quelques contrées qui ont imité la pratique française. Les tringles extérieures sont le plus souvent placées au-dessus de la chaudière ; elles doivent alors traverser, soit à l'aide de presse-étoupes, soit au moyen d'un tuyau étanche, un dôme ou tout au moins la colonnette arrière des soupapes de sûreté. Aussi, dans les récentes locomotives des Compagnies de *P.-L.-M.* et d'*Orléans*, a-t-on placé la tringle sur le côté, comme une main courante ; elle agit alors sur un levier extérieur du régulateur, placé contre le dôme.

On préfère presque partout aujourd'hui la transmission par rotation qui nécessite un effort moins grand, le travail de frottement de la tige à travers le presse-étoupes du dôme ou du régulateur étant moindre que si la tige se déplace longitudinalement, la rotation qu'on lui imprime ne dépassant guère 70°. En outre, la manœuvre est un peu plus facile lorsque, la machine circulant tender en avant, le mécanicien tourne le dos au sens de la marche. On emploie souvent un système mixte ; la tringle extérieure, se déplaçant dans le sens de la longueur, actionne un levier calé à l'extrémité extérieure de la tringle commandant le régulateur, qui agit elle-même par rotation, se trouve placée transversalement et sort du dôme, sur le côté, à travers une garniture ; c'est la disposition des nouvelles locomotives des Compagnies de *P.-L.-M.* et d'*Orléans*.

On dispose les manettes du régulateur de manière qu'elles soient à portée du mécanicien placé près de l'appareil de changement de marche, en face de la lunette de l'abri et qu'il puisse agir sur elle sans changer de place. On verra dans les dispositions d'appareils d'arrière données figures 890 à 907 comment cette condition est remplie dans différents types de locomotives.

Quand la tringle est à rotation, la manette est disposée verticalement sur la face arrière de la chaudière. Quand le foyer est très large, on incline l'axe

moyen de la manette de manière à la rapprocher du mécanicien ; on va même

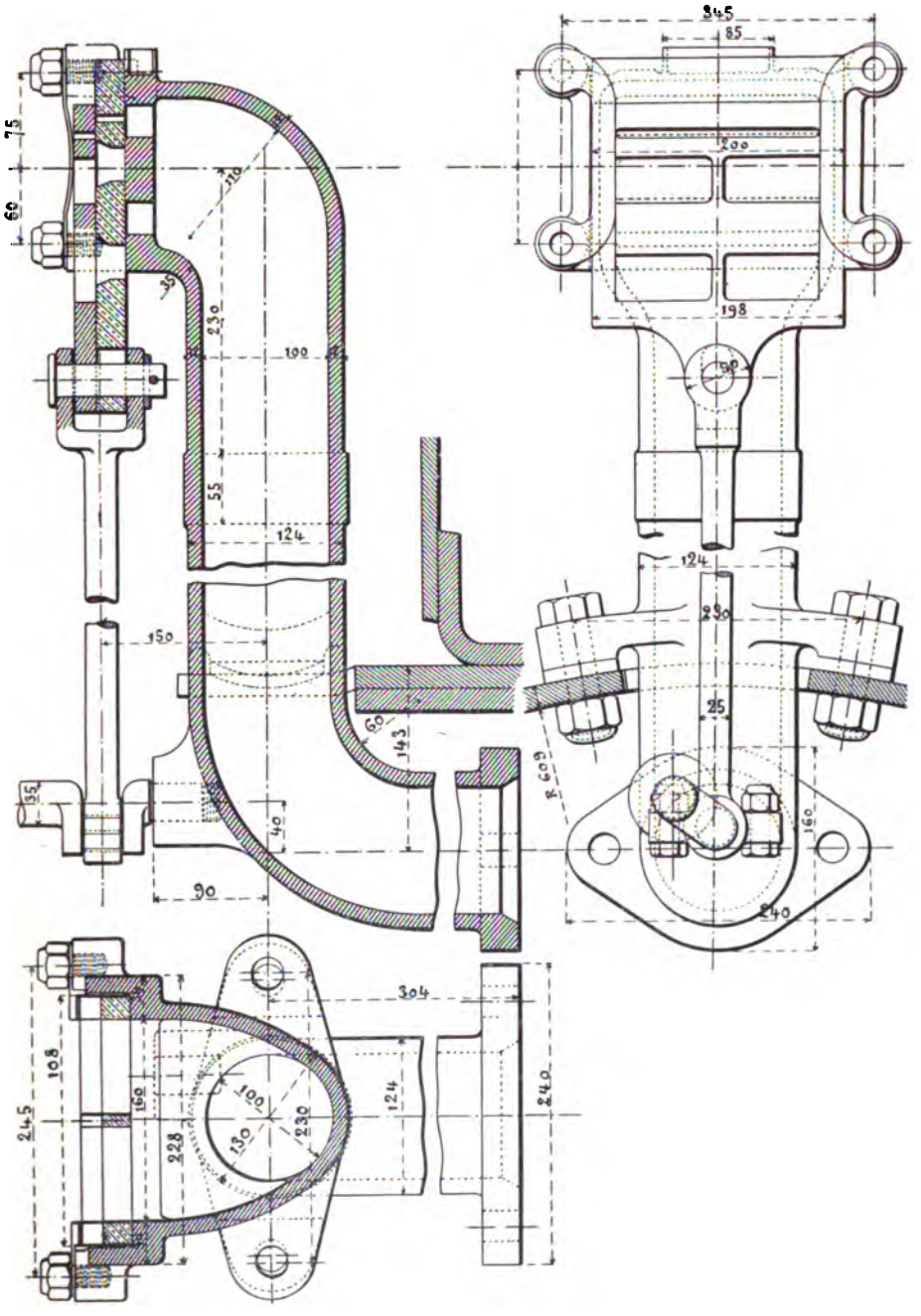


Fig. 862. — Détail d'un régulateur à col de cygne, à table verticale. Locomotives compound à grande vitesse (série 2 121-2 160) du *Chemin de fer du Nord*.

quelquefois plus loin et on reporte sur le côté la manette qui commande la tringle proprement dite par une petite bielle et un renvoi de mouvement

extérieur. Dans de nouvelles locomotives de la Compagnie de l'*Ouest* (2301) on a assuré la commande directe du tiroir du régulateur, mais ce dernier a été déporté sur le côté droit de la quantité nécessaire pour que la manette, placée sur la face arrière de la chaudière, soit suffisamment rapproché du mécanicien (fig. 857). Beaucoup de constructeurs anglais prolongent la manette de l'autre côté de la tige (fig. 895 à 897), de manière que l'on puisse agir sur le régulateur des deux côtés de la machine — ce qui peut être utile si le mécanicien se déplace du côté opposé à celui qu'il occupe normalement, par exemple

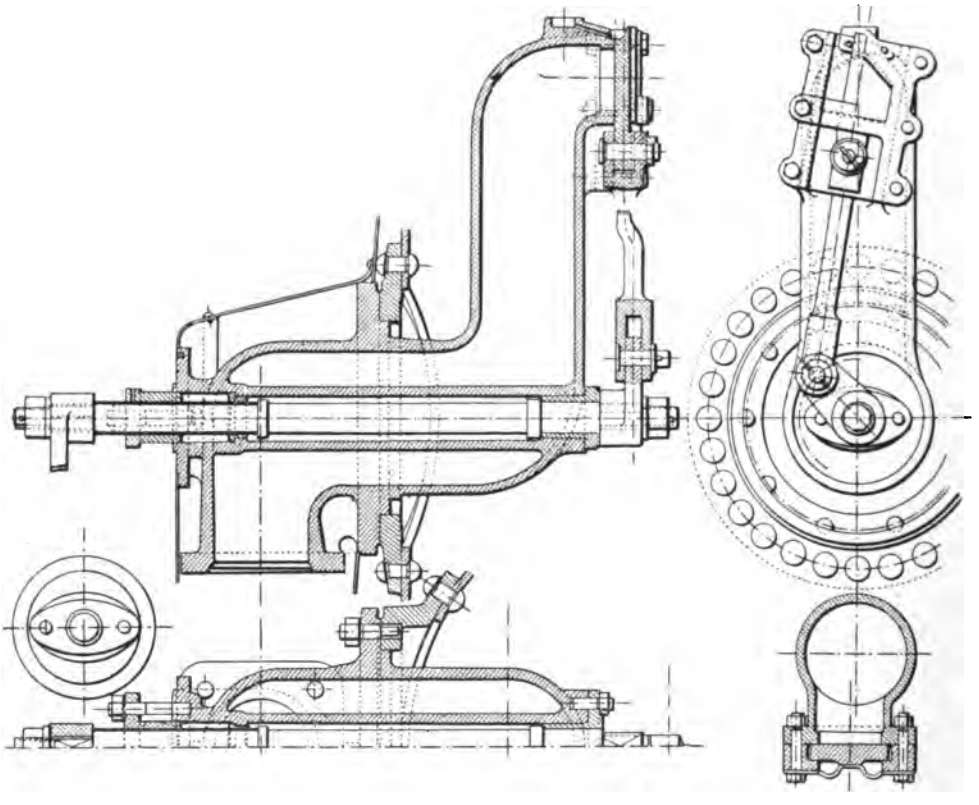


Fig. 863. — Régulateur à col de cygne avec tuyaux extérieurs (*État autrichien*).

pour voir un signal — cette disposition permet aussi d'agir sur le régulateur avec les deux mains. La poignée du levier est ordinairement horizontale, mais on la place parfois dans le prolongement de la manette. Celle-ci doit être aussi courte que possible afin de diminuer la course de l'extrémité sur laquelle agit le mécanicien, elle doit avoir cependant une longueur telle que la manœuvre en soit douce.

Le levier se déplace sur un secteur ordinairement en bronze et venu de fonte avec la boîte à garniture, qui sert à créer un frottement suffisant pour empêcher, sous l'action des trépidations, que le régulateur ne se ferme ou ne

s'ouvre intempestivement et à former butoir aux deux extrémités de la course.

Quand la tige est disposée pour recevoir un mouvement longitudinal, elle peut être située comme ci-dessus, à l'intérieur de la chaudière, d'où elle sort par la face arrière. C'est la disposition de beaucoup de locomotives américaines et des machines anglaises dont le régulateur est placé dans la boîte à fumée (*Great Northern*, *South Eastern*, etc.). On agit sur la tige à l'aide d'un levier horizontal ou légèrement incliné dont la manette est placée du côté du mécanicien ; souvent on dispose une double manette. Le secteur est placé horizontalement et comporte un axe d'articulation, fixe, pour l'extrémité du levier servant de point d'attache. La tringle est articulée sur ce levier en un point intermédiaire.

Dans la disposition, autrefois classique en France, dérivée des machines Crampton, la tringle est placée longitudinalement, à quelque distance au-dessus de la chaudière ; on l'actionne à l'aide d'un levier, droit ou cintré, disposé transversalement, placé soit à l'avant de l'écran, soit à l'intérieur de l'abri, dont la manette est disposée sur le côté, devant le mécanicien ; on trouve des exemples de cette disposition sur tous les réseaux français. Une sorte de colonnette en fonte, boulonnée sur le dessus de la boîte à feu, sert de point d'attache au levier et porte le secteur. Ce levier est articulé, en un poids très voisin de son axe de rotation, à la tige du régulateur.

Dans les locomotives ayant la tringle extérieure et sur le côté, on agit sur elle à l'aide d'une manette de faible longueur placée verticalement ou horizontalement devant le mécanicien. Dans la disposition des récentes machines de la Compagnie de *P.-L.-M.*, la manette est même disposée contre l'appareil de manœuvre du changement de marche (fig. 899 et 900).

Quand le régulateur est très doux, comme par exemple lorsqu'on emploie des soupapes équilibrées, il est nécessaire de prévoir un dispositif assurant la fixité de l'appareil, lorsqu'il est ouvert, fermé, ou partiellement ouvert. A cet effet on peut disposer sur la manette une vis de pression qui permet de serrer le levier contre le secteur percé d'une fente médiane. Aux États-Unis, on munit les secteurs d'une denture analogue à celle des secteurs de changements de marche, mais beaucoup plus fine et la manette comporte une clichette à ressort.

Par exception, les locomotives express à cylindres égaux de la Compagnie du *Midi* sont munies d'une manœuvre à vis agissant sur la tringle du régulateur et remplaçant le levier. La manœuvre est plus douce, mais moins rapide.

Nous allons maintenant examiner, au point de vue de leur disposition générale, les principaux types de régulateurs usités qui appartiennent à trois genres différents : le régulateur *Crampton*, le régulateur *placé dans la boîte à fumée* et le régulateur *à col de cygne placé dans le dôme*.

Le régulateur Crampton fut, jusqu'il y a peu d'années, presque exclusivement usité par les Compagnies françaises du *Nord*, de l'*Est* et du *Midi* et, avec quelques modifications, par la Compagnie de l'*Ouest*. Il n'a été employé qu'exceptionnellement par les autres administrations et presque jamais à l'étranger. A l'origine, ce régulateur a été usité sans dôme, la prise de vapeur se faisant par un tuyau crépiné; mais, dans la suite, on l'a associé au dôme, soit en l'adossant directement à l'avant de ce dernier comme sur les locomotives de la Compagnie de l'*Ouest*, soit en le faisant simplement communiquer avec l'intérieur du dôme par un tuyau recourbé. Ce régulateur, usité par Crampton pour les locomotives à grande vitesse qui portent son nom et dans lesquelles les cylindres se trouvaient placés au milieu de la longueur, est contenu dans une boîte indépendante placée sur le corps cylindrique auquel elle est boulonnée par une bride.

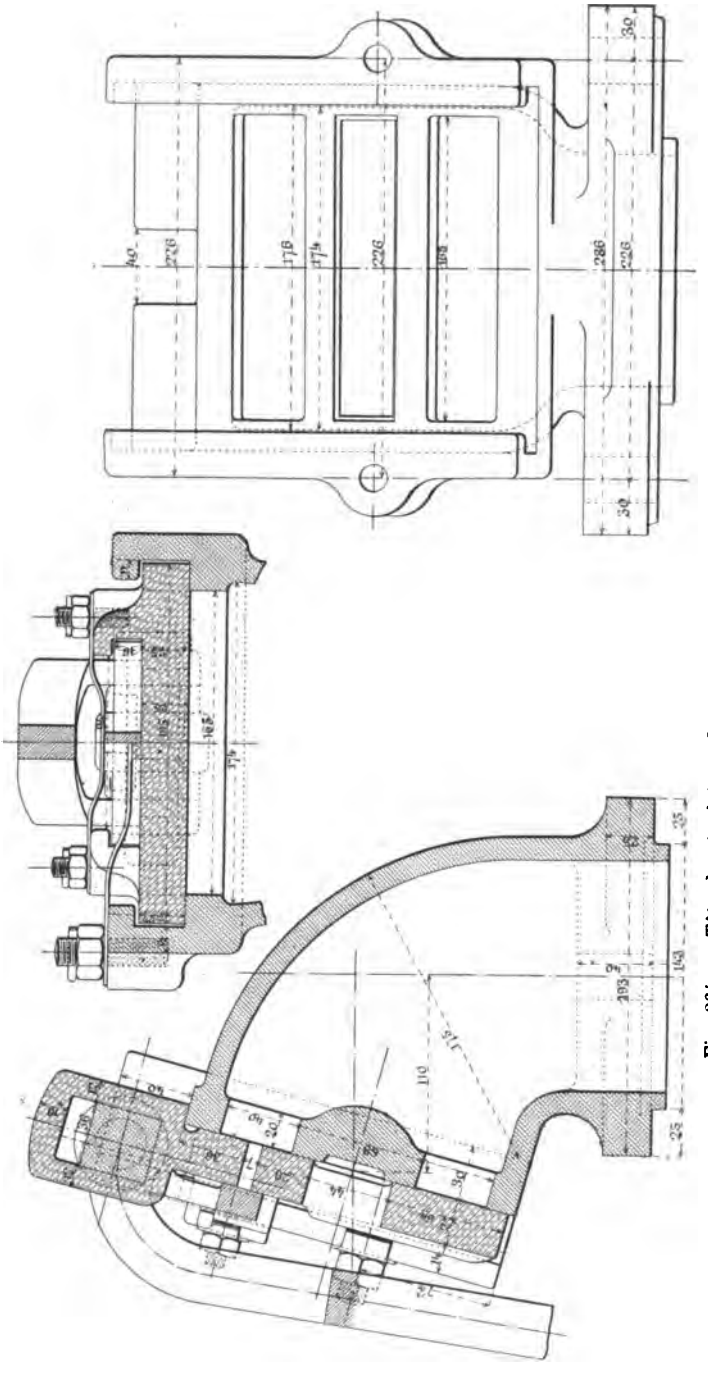


Fig. 864. — Tête du régulateur. Locomotive 103 du *Chemin de fer d'Orléans*.

Le tiroir du régulateur Crampton, disposé horizontalement, est commandé par une tringle longitudinale, parallèle à l'axe de la chaudière et placée au-dessus de celle-ci ; elle est guidée par de petits supports. On l'actionne à l'aide d'un grand levier transversal, recourbé, placé au-dessus de la boîte à feu.

Les tuyaux conduisant la vapeur du régulateur aux cylindres sont placés

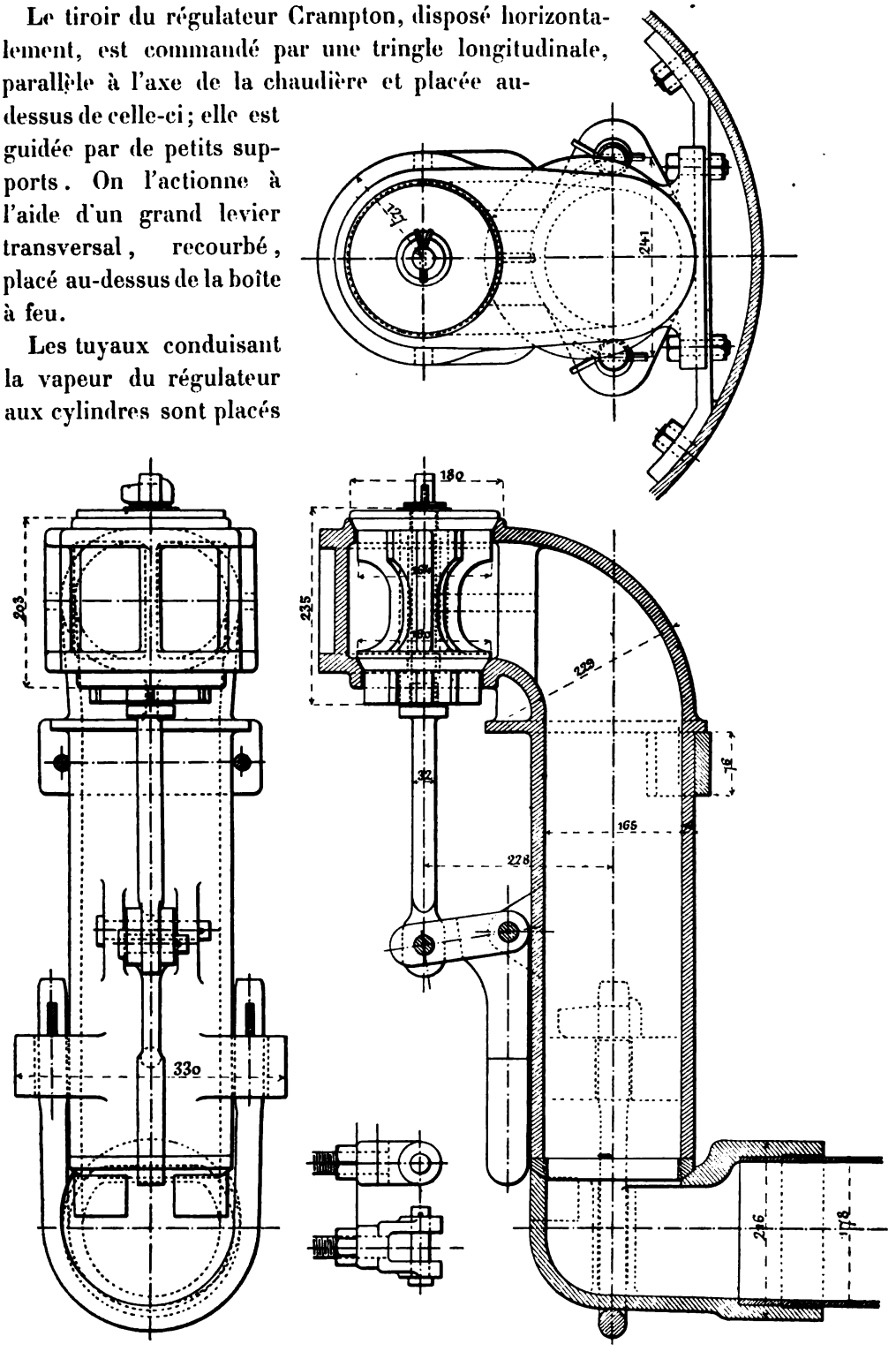


Fig. 865. — Régulateur à col de cygne et à soupape équilibrée. Disposition américaine (*Schenectady Locomotive Works*).

extérieurement de part et d'autre et contournent la chaudière. Nous avons vu que c'est une disposition à laquelle on renonce maintenant, sauf dans les machines dont les cylindres sont placés au milieu de la longueur.

Nous donnons comme exemple de ce genre d'appareil le régulateur appliqué par la Compagnie de l'*Est* à différents types de locomotives (fig. 859). Le tiroir est à deux lumières et ne comporte pas de double tuile ; il est relié à la tige de manœuvre par un cadre, analogue à celui des tiges des tiroirs de distribution. La vapeur est amenée dans la boîte du régulateur par un tuyau qui se recourbe vers le haut et va prendre la vapeur à l'intérieur du dôme, placé à l'arrière du régulateur.

Le régulateur placé dans la boîte à fumée est incontestablement le plus simple de tous et celui qui nécessite le minimum de coudes. Il est usité par quelques Compagnies de la Grande-Bretagne, mais surtout par celles qui ne placent pas de dômes sur leurs chaudières (*Great Northern ; South Eastern ;* machines du *Glasgow and South Western*) de construction antérieure à 1894. Nous donnerons comme exemple le régulateur du *South Eastern Ry* (fig. 861). Une boîte, semi-cylindrique, analogue à celle du régulateur Crampton, est fixée, à l'intérieur de la boîte à fumée, contre la plaque tubulaire, au-dessus du niveau moyen dans la chaudière. Cette boîte est alimentée de vapeur par un tuyau crépiné ou par un tuyau ordinaire aboutissant dans un dôme. Le tiroir, à double tuile, peut coulisser sur une glace horizontale à deux orifices quand on l'actionne à l'aide d'une tige longitudinale disposée dans le plan médian à l'intérieur de la chaudière dont elle sort à travers une garniture par le fond arrière. Cette tige est actionnée par un levier horizontal à simple ou double branche. La boîte du régulateur est fermée sur l'avant par une porte qui permet la visite et l'entretien du tiroir et de la glace.

Le tuyau de vapeur, unique, contourne intérieurement la boîte à fumée d'un côté et se rend à la boîte commune aux deux tiroirs qui est placée entre les cylindres.

Le régulateur à col de cygne est de beaucoup le plus employé aujourd'hui, dans tous les pays. La prise de vapeur se fait au moyen d'un tuyau intérieur, relié d'une part à un ou deux tuyaux placés dans la boîte à fumée et alimentant les boîtes à tiroir et d'autre part à un col de cygne se relevant à l'intérieur du dôme et portant à sa partie supérieure une glace percée de deux orifices, le plus souvent verticale, parfois inclinée et rarement horizontale, sur laquelle peut se mouvoir le tiroir du régulateur, à simple ou double tuile.

On a beaucoup employé autrefois le régulateur à papillon, abandonné presque partout, bien qu'il ne présente pas d'inconvénient particulier, et que l'on ne retrouve plus que sur les locomotives du *London Brighton Ry* construites par M. W. Stroudley.

La disposition générale du régulateur de ce type et des tuyaux de vapeur est représentée figure 855. On trouvera, à titre d'exemples, des détails du col de cygne et des tiroirs de réglage représentant la pratique courante figures 862 et 864.

Quand la glace est verticale, le tiroir est mû par une bielle intérieure articulée, d'une part à ce tiroir et de l'autre à un petit levier, à une manivelle ou à un excentrique, solidaire de la tringle de manœuvre qui est placée longitudinalement, dans le plan médian de la chaudière, intérieurement à celle-ci d'où elle sort par le fond arrière à travers un presse-garniture. La tringle agissant par rotation, il est facile d'assurer l'étanchéité en la munis-

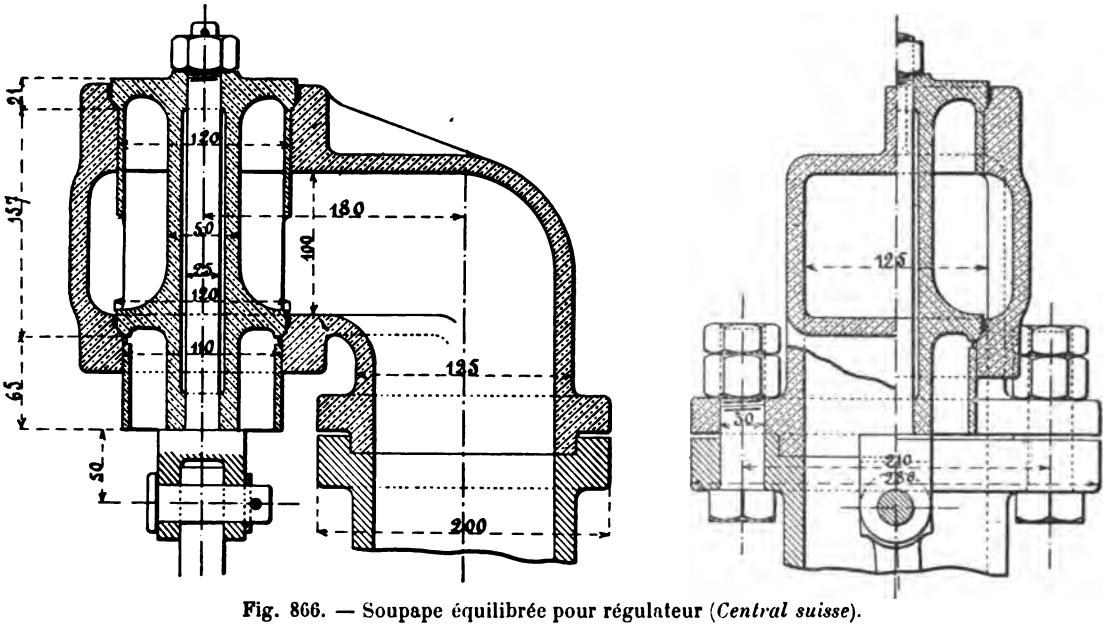


Fig. 866. — Soupape équilibrée pour régulateur (*Central suisse*).

sant d'un collet tourné, assez large, qui est appliqué par la pression de la vapeur sur le grain de la garniture (fig. 868). La tringle est actionnée, comme nous l'avons dit plus haut, par un levier pouvant tourner d'environ un cinquième de la circonférence, et placé dans le plan transversal.

Les régulateurs de ce genre sont appliqués aux nouvelles locomotives des Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord* et du *Midi*, à la grande majorité des machines usitées en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, etc.

Le tiroir peut aussi être mis en mouvement par une équerre placée à l'intérieur du dôme, dans un plan longitudinal, agissant par une extrémité sur une bielle articulée au tiroir et, de l'autre, commandée par la tringle de manœuvre à laquelle le mécanicien imprime un déplacement longitudinal comme dans le régulateur Crampton. Cette tringle est placée intérieurement à la chaudière ou extérieurement au-dessus de celle-ci. C'est la disposition de

la plupart des locomotives des Compagnies de *P.-L.-M.* et d'*Orléans* (fig. 856).

Dans certaines locomotives, nous l'avons dit, le tiroir est actionné, au moyen d'une bielle, par un arbre horizontal sortant du dôme sur le côté à travers un presse-étoupes et portant à son extrémité extérieure un levier articulé à une tringle de manœuvre longitudinale, guidée par des supports analogues à ceux des mains courantes et sur laquelle on agit, dans le sens longitudinal, soit directement, soit à l'aide d'un levier de manœuvre à la main du mécanicien.

On tend actuellement, dans ce genre de régulateur, à l'exemple des Américains, à remplacer le tiroir par une soupape partiellement équilibrée, à deux sièges, analogue aux soupapes de Cornouailles ou Sulzer (fig. 865 et 866). La manœuvre est plus douce ; elle peut même l'être trop ; les frot-

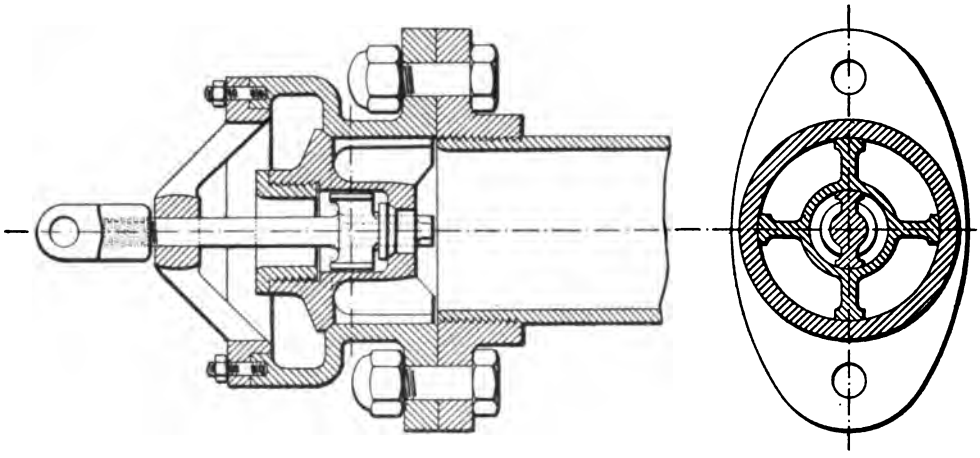


Fig. 867. — Régulateur système Ed. Roy (*Chemins de fer de l'État français*).

tements n'étant pas assez importants pour maintenir le tiroir ouvert, la soupape tendant à retomber sur son siège sous l'action des trépidations. C'est pourquoi le levier de manœuvre doit être ou serré dans un secteur, ou mieux comporter, comme nous l'avons dit, une clichette à ressort engrenant sur un secteur denté. Les régulateurs à soupapes, d'un usage absolument général aux Etats-Unis, sont employés par quelques Compagnies de la Grande-Bretagne (*Lancashire and Yorkshire, L. and N.-W. ; Caledonian*), par le *Central suisse* et sur plusieurs autres réseaux européens.

Le principal inconvénient de ce système consiste dans la difficulté que l'on éprouve à assurer exactement le portage de la soupape sur ses deux sièges et une étanchéité parfaite. On y parvient cependant grâce à un rodage soigné.

En France, les chemins de fer de l'*Etat* ont appliqué à quelques locomotives le régulateur Ed. Roy (fig. 867), qui est à siège unique assurant un collage énergique de la soupape et permettant de compter sur une étanchéité

plus complète. Le décollage de cette soupape, pressée par la vapeur sur son siège, exigerait un effort considérable si on n'avait pris la précaution d'employer un système analogue à celui de la double tuile pour les régulateurs à tiroirs. La tringle de manœuvre, avant d'agir sur la soupape principale, ouvre un clapet de petit diamètre monté concentriquement au premier et qui permet à la pression de s'établir dans le tuyau de vapeur avant que l'on ait à manœuvrer la soupape qui se trouve ainsi déchargée de toute pression.

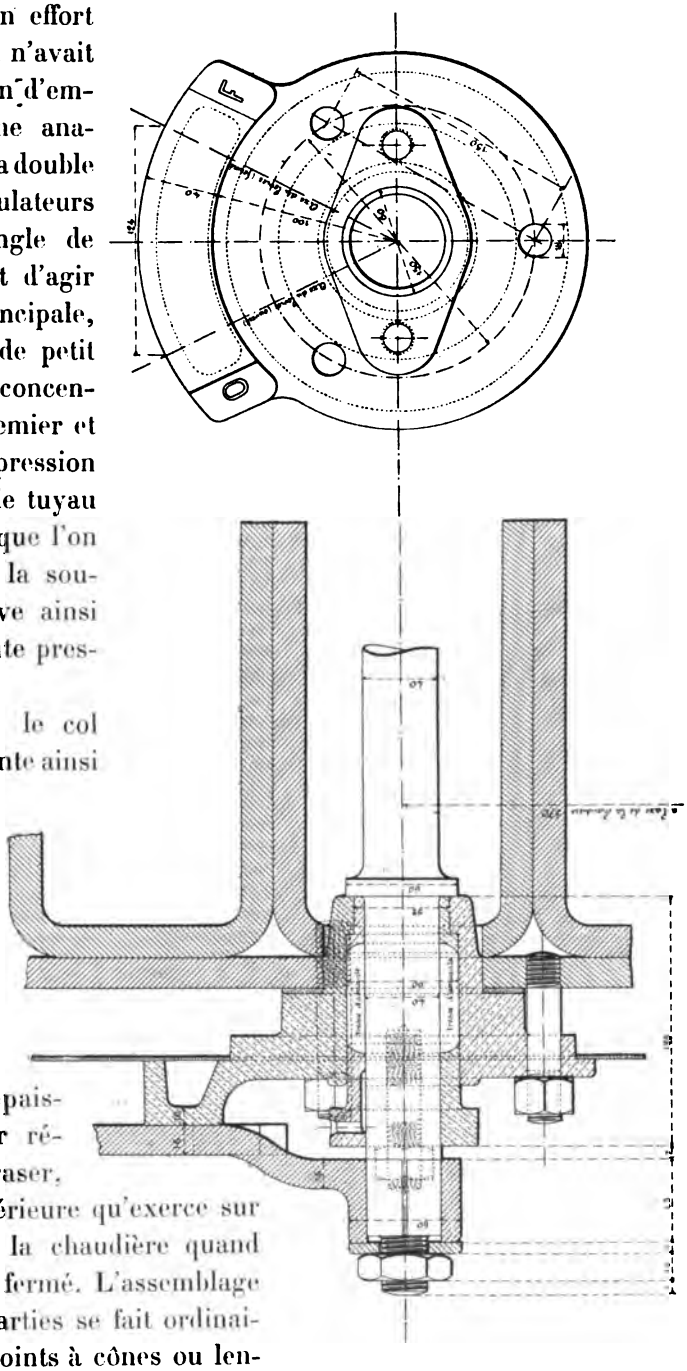


Fig. 868. — Boîte à garniture du régulateur et attache de la manette sur la tringle (*Ouest*, machines 953-990).

Ordinairement, le col de cygne est en fonte ainsi que la culotte de jonction placée sur la plaque tubulaire avant. Le tuyau intermédiaire est en cuivre, quelquefois en fer. Il doit avoir l'épaisseur voulue pour résister, sans s'écraser, à la pression extérieure qu'exerce sur lui la vapeur de la chaudière quand le régulateur est fermé. L'assemblage des différentes parties se fait ordinairement par des joints à cônes ou lentilles sans mastic ni enduit (voir fig. 858). On trouvera, figure 860, une disposition américaine de joint pour l'assemblage de la culotte sur le tuyau de vapeur, qui permet un démontage facile et rapide.

Dans beaucoup de locomotives américaines le col de cygne est rapporté sur la tête du tuyau de vapeur brasée à celui-ci ; le serrage des deux parties, assemblées sur cônes, se fait au moyen d'un étrier (fig. 865).

Le col de cygne est supporté, au moyen de tasseaux venus de fonte, sur des cornières ou des fers plats (fig. 865) boulonnés à l'intérieur du dôme ou, comme dans la figure 862, par deux oreilles portant sur le prolongement du corps cylindrique auquel elles sont boulonnées.

337. Sablière. — La sablière se compose d'une boîte en tôle ou en fonte destinée à contenir le sable fin que l'on fait couler sur les rails devant les roues motrices pour augmenter momentanément l'adhérence, lorsque l'effort de traction doit atteindre son maximum et que le rail est gras, c'est-à-dire particulièrement au démarrage, à la traversée de tunnels en pente et sur les rampes. La présence du sable sur les rails est particulièrement utile pour favoriser les démarrages dans les gares terminus où ont stationné longtemps et souvent des machines laissant couler de l'huile sur les rails.

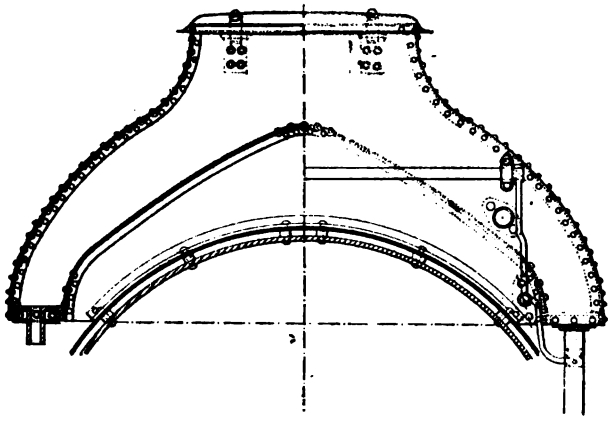


Fig. 869. — Sablière des *Chemins de fer P.-L.-M.* Vue transversale.

Dans la plupart des locomotives la sablière est placée sur le corps cylindrique. Dans toutes les machines anglaises et sur quelques locomotives françaises de construction récente (Compagnies de l'*Ouest* et du *Nord*), elle est scindée en deux portions placées chacune de part et d'autre, soit sur le tablier, soit sous ce dernier contre le longeron. Dans le premier cas, la boîte à sable est ordinairement placée dans la partie antérieure du couvre-roues, comme on le voit fig. 744 (Mach. 953-990 de la Compagnie de l'*Ouest*). Il est avantageux de placer la sablière sur le tablier parce que l'on peut ainsi raccourcir les tuyaux amenant le sable sur les rails et diminuer le nombre de coudes qu'ils présentent, ce qui réduit les chances d'obstruction ; en outre, on débarrasse le haut de la machine, dans la partie la plus en vue, d'un accessoire peu élégant. D'autre part, il est désirable que la boîte à sable soit tout au moins légèrement chauffée, ce qui permet de maintenir le sable dans l'état de siccité nécessaire au bon fonctionnement des appareils, surtout si l'on emploie la sablière à vapeur, l'écoulement ne

pouvant pas se faire régulièrement et rapidement si le sable est humide. Cette condition n'impose pas nécessairement de placer la sablière sur le corps cylindrique. Dans la disposition de la Compagnie de l'*Ouest* mentionnée ci-dessus, les boîtes à sable, bien que placées dans les couvre-roues, sont chauffées par le corps cylindrique contre lequel elles s'appuient latéralement.

Quand la sablière est placée sur le corps cylindrique, elle peut affecter les formes les plus variées ; elles peuvent être carrées (*Nord*) (fig. 51) ; tronconiques (*P.-O.*) (fig. 23) ; cylindriques, à section circulaire (*Est*) (fig. 53), à section elliptique (*Ouest*) en forme de selle (*P.-L.-M.*) (fig. 869). Aux Etats-Unis, on donne à la sablière la même forme qu'au dôme (fig. 217; 219; 870).

La sablière porte, à sa partie supérieure, un couvercle en tôle ou en fonte, à charnière, fermant assez bien pour empêcher l'eau de pluie de pénétrer à l'intérieur de la boîte.

Le sable s'écoule devant les roues motrices, de chaque côté, à l'aide d'un tuyau en laiton recourbé contournant le corps cylindrique et qui descend aussi près du rail qu'il est possible, l'extrémité inférieure du tuyau est coupée en sifflet afin que le sable tombe très près des roues motrices. Il importe que ce soit devant les roues motrices, directement actionnées par les pistons, et non devant les roues accouplées, que tombe le sable. S'il en était autrement, on courrait le risque de faire casser les bielles d'accouplement quand, dans les coups de patinage, on vient brusquement faire intervenir l'action du sable. Les locomotives de grande ligne et la plupart des autres ne sont munies de chaque côté que d'un tuyau d'écoulement de sable placé devant les roues motrices ; dans les machines de banlieue ou de gare et en général dans toutes celles qui sont appelées à circuler fréquemment dans les deux sens de la marche, il est bon de disposer un autre tuyau à

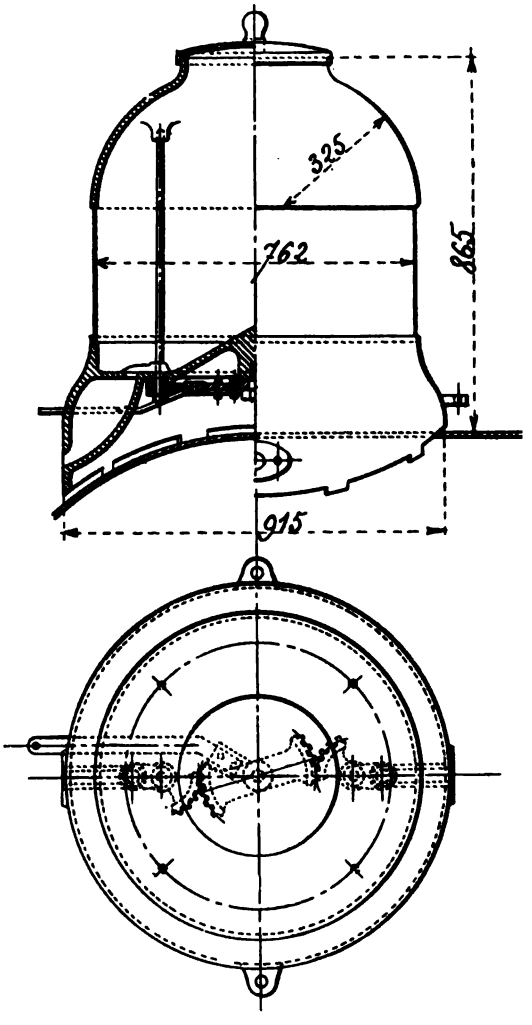


Fig. 870. — Sablière ; type américain.

l'arrière pour faciliter le démarrage par refoulement. Si les sablières sont placées sur le tablier, il faut alors les diviser en deux groupes de deux chacun, deux servant pour la marche avant et deux autres pour la marche arrière. Une sablière unique, placée sur le corps cylindrique, d'où partent les quatre tuyaux peut suffire au contraire (fig. 57, 69).

L'écoulement du sable est réglé, pour chacune des deux conduites, par une petite valve à palettes (fig. 871) placée verticalement ou horizontalement dans la sablière même et que les agents peuvent ouvrir ou fermer de la plateforme au moyen d'une tringle parallèle à la main courante, ou de la main-courante elle-même.

Avec ce dispositif de valve à palettes, pour que l'écoulement se produise au moment voulu, il faut que le sable soit bien sec et alors la quantité qui s'écoule est plus grande qu'il n'est nécessaire à cause de la section relativement grande qu'il faut donner aux ouvertures pour obtenir l'écoulement ; par suite, la sablière se vide rapidement et le sable fait souvent défaut lorsqu'on en a le plus besoin.

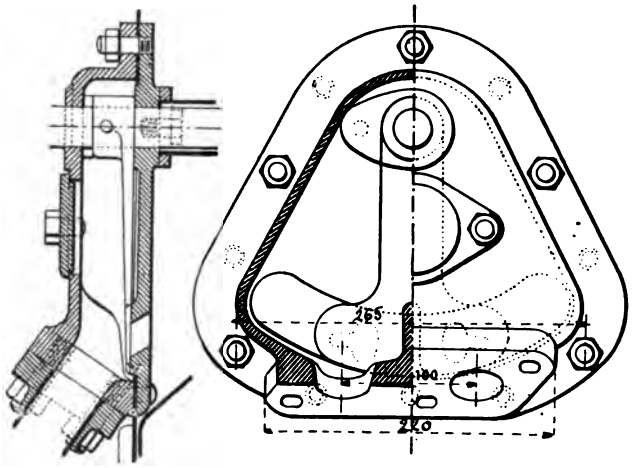


Fig. 871. — Registre de sablière (*État autrichien*).

Lorsque au contraire, avec ces sablières, le sable employé n'est pas bien sec, il se tasse en masse compacte, ne s'écoule qu'en quantité proportionnelle à son degré de siccité, et l'écoulement peut s'arrêter au moment où il serait le plus utile.

Si encore, par oubli, on laisse ouverts les conduits de ces sablières, elles se vident en peu de temps, sans nécessité.

De plus, il peut se produire par l'ouverture de passage des leviers dans la sablière, un écoulement constant pendant la marche, par suite de trépidations, et le sable est projeté sur le mécanisme et nuit à son bon fonctionnement.

Enfin, les quantités de sable déversées de chaque côté de la machine ne sont pas égales, et il en résulte un surcroît de travail dans les essieux.

Pour éviter les pertes de sable, les tringles de sablière des locomotives de la Compagnie de l'*Ouest* par exemple comportent un ressort à boudin, placé concentriquement, qui les rappelle dans la position de fermeture dès qu'on les abandonne à elles-mêmes. Le sable ne coule que tant que l'agent exerce une forte traction sur la tige.

Pour parer à même ces inconvénients, on a construit aussi des sablières, ayant, suivant l'axe longitudinal de la machine, un distributeur de sable à hélice, composé d'une boîte dans laquelle on peut faire tourner un arbre entouré d'un filet de vis profond, mince et à large pas.

Ce système de sablière présente cet avantage considérable que le sable ne

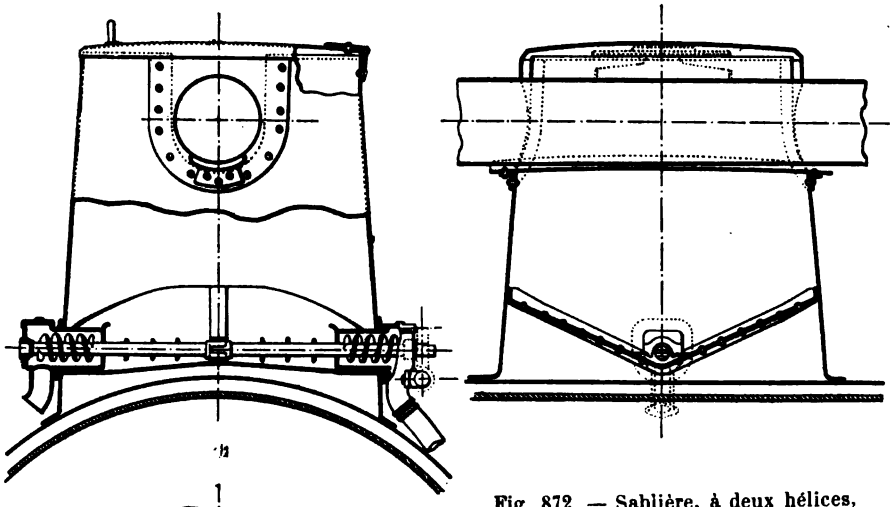
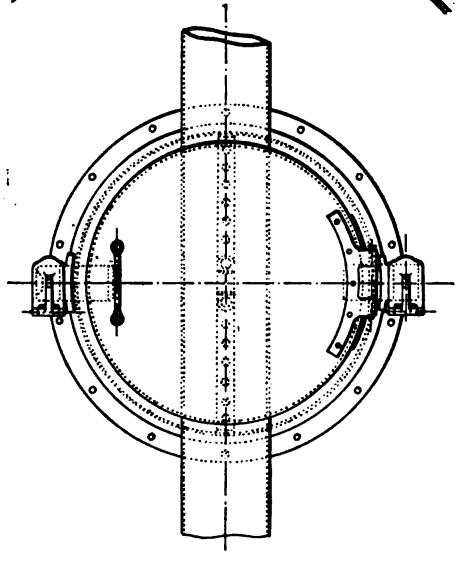


Fig. 872. — Sablière, à deux hélices, du *Chemin de fer d'Orléans*.



s'écoule que lorsqu'on fait tourner l'hélice, ce qui permet de le distribuer sans intermittence et proportionnellement aux besoins.

Par son emploi, on évite donc toute consommation inutile de sable, on fait des parcours plus longs sans remplir les sablières, et on réduit ainsi les frais de manutention.

Toutefois, ce système de sablière présente encore les inconvénients suivants : la distribution se fait souvent inégalement pour chaque côté de la machine à cause de l'inclinaison du filet de vis et de la nécessité d'avoir deux conduites raccordées à un même distributeur; la distribution ne se fait guère que d'un côté dans les courbes de petit rayon, par suite de la position inclinée de la machine; enfin la commande de l'hélice nécessite l'emploi d'un mouvement délicat et sujet à réparations.

Pour éviter ces inconvénients, la Compagnie d'*Orléans* applique à ses

sablières deux hélices à pas contraire, dont une de chaque côté de la

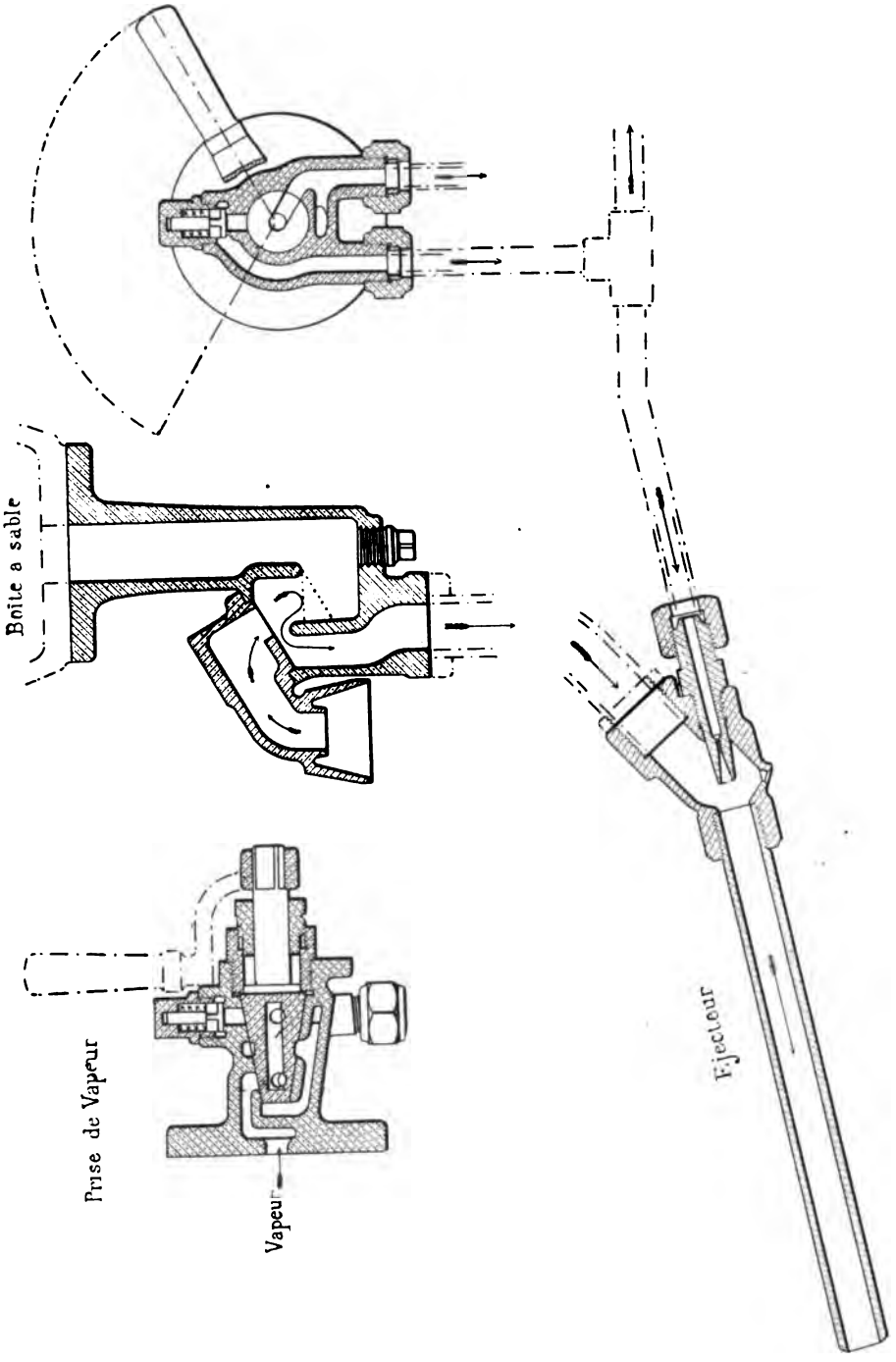


Fig. 873. — Sablière à vapeur de Gresham.

machine (fig. 872). La sablière, de forme tronconique et à fond formé de deux plans inclinés pour faciliter l'écoulement de tout le sable, est traversée, dans sa

partie la plus basse et transversalement, par deux arbres embrayés qui portent au centre des pointes pour diviser la masse de sable, et aux extrémités les hélices de pas contraires, venues de fonte avec eux, et servant à faire avancer le sable vers la boîte où se trouve l'orifice du tuyau qui le conduit au rail.

L'ouverture de cette boîte dans la sablière est garnie d'une trappe en tôle destinée à empêcher le sable de passer en trop grande quantité sous l'action des trépidations.

La partie supérieure de la boîte porte un couvercle afin qu'on puisse, en cas d'engorgement, nettoyer la chambre des hélices ou les tuyaux.

Les arbres des hélices sont commandés à l'aide d'engrenages hélicoïdaux par une tringle fixée à droite de la locomotive, et terminée à l'arrière par une manivelle.

Cette manivelle est placée à la portée du mécanicien, afin qu'il puisse la faire tourner de la main gauche pendant qu'il agit de la main droite sur le levier du régulateur, ce qui lui permet de faire des démarrages rapidement et sans patinage, en projetant du sable sous les roues en même temps qu'il fait affluer la vapeur aux cylindres. Dès qu'il remarque une tendance au patinage, il peut donc l'enrayer en donnant aussi peu de sable qu'il le désire, et l'écoulement cesse lorsqu'il ne tourne plus la manivelle.

La sablière à deux hélices permet de n'employer le sable que proportionnellement aux besoins, assure ainsi une plus grande durée au chargement et produit des économies appréciables; elle évite la fatigue des essieux et bielles d'accouplement par la distribution égale et simultanée de chaque côté de la machine.

Quel que soit le type de vanne employé pour régulariser ou déterminer l'écoulement du sable, il se produit un inconvénient assez sérieux provenant de ce que ce sable tombe fatalement à quelque distance en avant du point de contact des roues motrices et que, si le rail est très gras, et le train lourd, ou si les attelages sont très serrés, le démarrage ne peut avoir lieu quand même, les roues n'étant capables de mordre sur la partie sablée qu'après avoir avancé de 0,10 m. à 0,15 m. C'est pour remédier à ce grave inconvénient qu'ont été inventées les sablières à injection. Celle qui s'est le plus répandue est la sablière à vapeur de *Gresham et Craven*, employée, surtout en France et en Angleterre, sur la plupart des locomotives à voyageurs et parfois à marchandises, de construction récente. Cet appareil a en outre l'avantage de supprimer le tringlage, la commande s'opérant à l'aide d'un tuyau de vapeur commandé par un robinet spécial à la main du mécanicien.

Cet appareil est représenté dans son ensemble (fig. 873). Le robinet du mécanicien a été récemment perfectionné et modifié suivant la figure 874.

Avec cet appareil le sable est projeté au contact des roues motrices et du rail, ce qui assure toujours une bonne adhérence dès le point initial de

départ; pour obtenir un effet utile donné, on n'en consomme plus qu'une quantité minime. En outre, la vapeur qui s'échappe avec le sable lave les rails et les rend moins glissants.

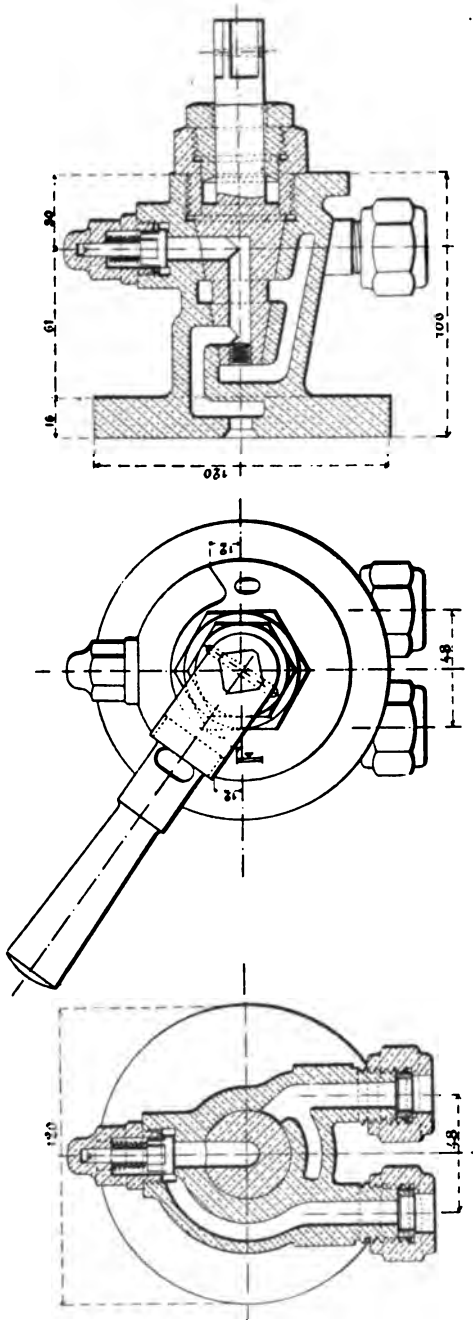


Fig. 874. — Robinet de manœuvre de la sablière à vapeur *Gresham*.

La principale objection que l'on puisse faire à la sablière à vapeur consiste dans les projections de sable fin sur les articulations et surfaces frottantes, le sable, violemment lancé contre les rails, pouvant rebondir contre les organes du mouvement; mais il semble que, dans la pratique, on soit arrivé à considérer cette objection comme peu fondée.

Quoi qu'il en soit, la sablière à vapeur est un bon appareil, d'un fonctionnement sûr et régulier si on emploie du sable fin, bien tamisé et très sec et elle paraît constituer un complément indispensable des locomotives modernes. C'est grâce à son emploi que les Anglais ont pu continuer jusqu'aujourd'hui à effectuer, avec des locomotives à roues libres, portant il est vrai, parfois jusqu'à 19 t. sur leur essieu moteur, des trains express souvent assez lourds.

338. Lavage des rails. — On sait que les rails, lavés à grande eau et ainsi débarrassés des corps gras qui peuvent les recouvrir, offrent une adhérence aussi bonne que les rails secs. On a appliqué le lavage des rails sur certaines lignes à fortes rampes comportant de nombreux tunnels où l'emploi trop abondant du sable exigeait de fréquents déblaiements et entraînait une usure rapide des rails.

Le *Central suisse* fait usage de l'eau chaude pour le lavage des rails à la

traversée, dans les deux sens, du tunnel du Hauenstein d'une longueur de 2 500 m. en rampe de 28,5 mm. [1].

On essaya d'abord l'emploi de l'eau chaude projetée à basse pression, mais cette tentative n'eut aucun succès : l'adhérence paraissait diminuer au lieu d'augmenter par ce procédé.

La Compagnie s'est alors décidée à projeter l'*eau chaude à forte pression* au moyen du dispositif suivant, qui lui a donné pleine satisfaction :

Les machines sont également pourvues d'une sablière, dont il fait usage sur toutes les sections en dehors du tunnel.

L'appareil, destiné à projeter un jet d'eau chaude énergique en avant des roues accouplées d'avant (machine à six roues accouplées), se compose d'un petit éjecteur disposé sur la plate-forme du mécanicien, recevant l'eau directement de la caisse à eau de la machine et actionné par la vapeur de la chaudière.

L'eau est refoulée de l'éjecteur vers l'avant de la machine à travers un tuyau de 30 mm. longeant la chaudière, et qui, près du régulateur, se bifurque en deux branches, s'infléchissant et venant aboutir dans un ajutage de 4 mm. de diamètre destiné à projeter le jet d'eau chaude sur le rail. La consommation d'eau est d'environ 50 kg. par minute.

Les derniers ajutages, semblables à la tuyère de l'éjecteur, aboutissent à 60 mm. au-dessus du rail; leur axe est incliné légèrement vers l'avant et fait avec la verticale un angle de 15°.

Avec cette disposition il est possible, en alignement droit, de projeter sur les rails un jet d'eau à la température d'environ 60° et animé d'une vitesse de 28 m. par seconde. Ce jet nettoie parfaitement la partie de la table de roulement du rail sur laquelle il est lancé.

Grâce à l'emploi de cet appareil le patinage, autrefois très fréquent sur la forte rampe du tunnel du Hauenstein, n'a presque plus lieu et la détérioration des rails et des bandages a diminué par suite de l'usage moins fréquent du sable.

339. Graissage des boudins des roues d'avant. — La pression latérale exercée sur le rail extérieur de la voie par le boudin de la roue avant et extérieure devient très grande dans les courbes de faible rayon et détermine, entre les deux surfaces métalliques en contact et de dureté peu différente, un frottement de glissement entraînant une usure de boudin assez rapide pour exiger le retournage des bandages avant que la surface de roulement ne soit suffisamment usée pour le justifier. On peut diminuer cette usure, indépendamment des procédés employés pour faciliter le déplacement latéral de

[1] Voir la *Revue générale des Chemins de fer*, n° de mars 1883 et de juin 1884.

l'essieu et sa convergence, en graissant les surfaces en contact, ce qui en outre diminue les chances de déraillement, le boudin, pour mordre et monter sur le rail devant alors l'attaquer sous un angle qu'il ne peut jamais prendre, à beaucoup près, étant donné le faible jeu sur la voie. L'application du graissage à l'huile des boudins des roues avant a été faite par quelques administrations, tout au moins aux locomotives circulant sur des lignes de tracé difficile comprenant de nombreuses courbes de faible rayon (entre autres par la Compagnie du *Nord* à titre d'essai, par la Compagnie d'*Orléans*, en France, et par le *Taff Vale Ry* en Angleterre). Elle a donné des résultats certains et appréciables : on est même en droit de s'étonner que cette disposition si simple ne se soit pas répandue davantage.

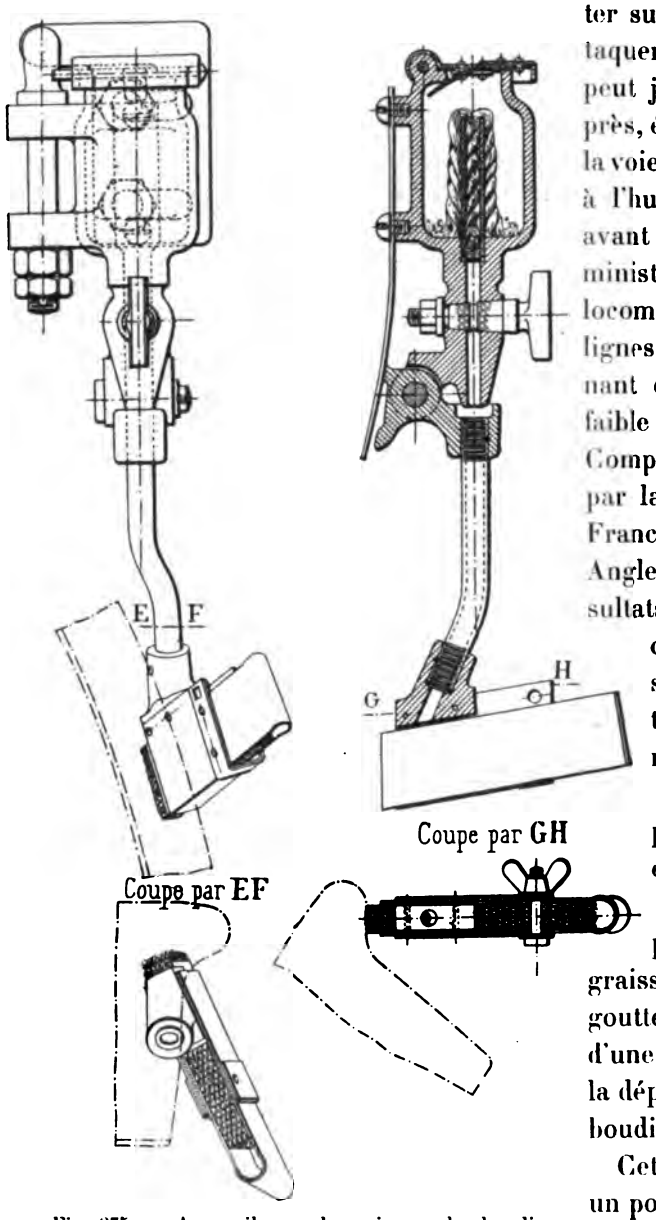


Fig. 875. — Appareil pour le graissage des boudins des roues avant (*Paris-Orléans*).

La disposition appliquée par la Compagnie d'*Orléans* est représentée fig. 875 [1].

L'appareil se compose principalement d'un godet graisseur duquel l'huile s'écoule goutte à goutte par un siphon et d'une brosse qui reçoit l'huile et la dépose sur le flanc intérieur du boudin.

Cette brosse est maintenue dans un porte-brosse relié au godet par une articulation et un tuyau de descente de l'huile, contourné suivant le cas et terminé, à sa partie supérieure, par une petite cuvette dans laquelle l'huile tombe.

[1] Voir la Notice sur les objets exposés par la *Compagnie d'Orléans* en 1889.

Afin que la brosse reste toujours bien en contact avec le boudin et qu'elle ne le presse pas au point de s'écraser, le porte-brosse est maintenu en position par un ressort flexible fixé au godet.

Le godet est attaché à son support au moyen de deux oreilles à trou rond et il est facile de lui donner primitivement une bonne position, soit par la disposition de l'ergot qui sert à l'empêcher de tourner, soit en coudant le bras du support.

La patte de ce support est maintenue au châssis de la machine par deux

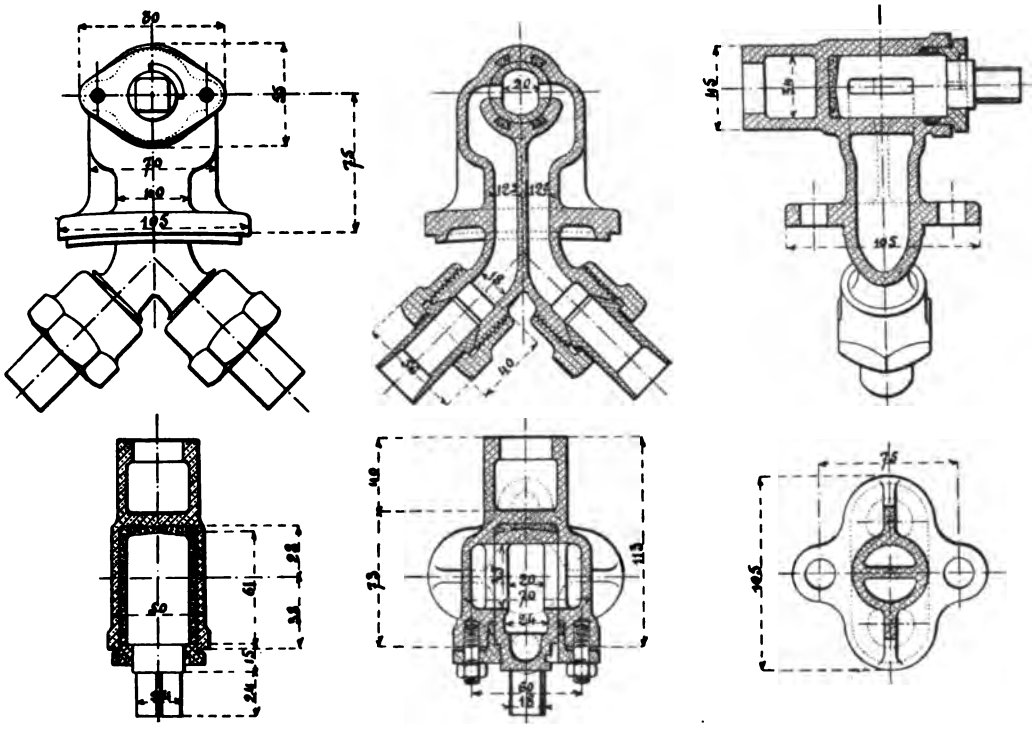


Fig. 876. — Robinet du souffleur. Type des *Chemins de fer de l'Ouest.*

boulons et munie de rainures permettant de la déplacer par rapport à ces boulons pour régler sa position d'après la diminution d'épaisseur des bandages.

La brosse est serrée dans le porte-brosse par un boulon avec écrou à oreilles, au moyen d'un ressort à pincette qui sert à la maintenir rigide très près de son extrémité en contact avec le boudin, afin qu'elle ne soit pas déformée par son frottement.

Elle est maintenue dans une position inclinée afin que l'huile qu'elle reçoit afflue vers le boudin.

Pour obtenir un bon fonctionnement du graissage, la disposition de l'appareil doit être faite de manière à obtenir un bras de levier assez long et aussi

vertical que possible, entre la brosse et l'articulation, afin que l'effet de la pesanteur ramène la brosse vers la surface à graisser.

Les résultats obtenus avec cet appareil de graissage dépendent pour beaucoup du soin apporté dans son entretien.

La dépense d'huile, ne se produisant que par capillarité au moyen d'une mèche en coton placée dans le tuyau du godet, peut être réglée à volonté et n'est pas bien importante.

La pratique a prouvé qu'avec un bon montage des appareils l'huile ne graissait pas le bandage ou le rail de façon à diminuer l'adhérence.

Avec un bon fonctionnement du graissage des boudins des roues d'avant dans les conditions ordinaires de disposition des boîtes et pour un service sur voie à courbes fréquentes de 250 m. de rayon, les locomotives de la Compagnie d'*Orléans* sont arrivées en moyenne à un parcours de 35 000 km. avant l'usure complète des bandages, tandis que dans les locomotives de même série, faisant le

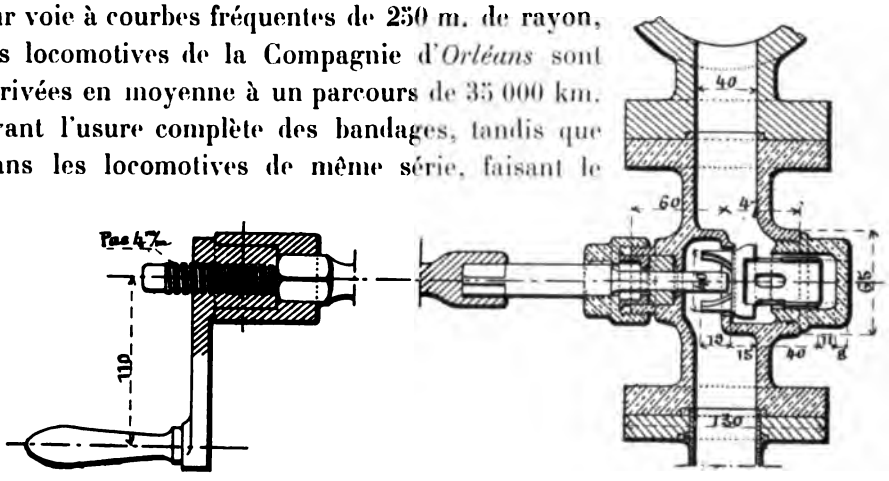


Fig. 877. — Robinet de vapeur, à vis (*Est*).

même parcours et non munies du graissage des boudins, l'usure des bandages était complète après un parcours moyen de 25 000 km.

Il en résulte donc que l'augmentation de durée des bandages, obtenue par l'application du graissage des boudins, a été dans ce cas de 40/100. Il y a lieu aussi de remarquer que l'usure des rails est aussi diminuée notablement.

Le graissage des boudins, appliqué à des machines appelées à effectuer un service sur des lignes très accidentées, a même permis de prolonger de 100/100 la durée de certains bandages.

Quelques machines-tenders du *Taff Vale Ry* ont reçu un appareil de graissage, à l'eau, des roues avant du bogie.

Elle comprend trois petits réservoirs placés à l'avant de la machine, deux près des longerons et le troisième au milieu du châssis sous la plate-forme. Le réservoir du milieu communique avec les deux autres au moyen d'un tube en cuivre de 9,5 mm. de diamètre; il est en même temps relié par un

autre tuyau, soit avec le tender, soit avec les soutes renfermant l'eau d'alimentation. Ces petits cylindres se trouvent en charge par rapport au tender, et l'arrivée de l'eau dans le réservoir du milieu est réglée par une valve, mue par un flotteur qui permet l'entrée de l'eau jusqu'à un certain niveau seulement. Dans les cylindres latéraux pénètre un tube dont l'orifice se trouve à une certaine hauteur au-dessus du niveau, de sorte que l'eau ne peut sortir

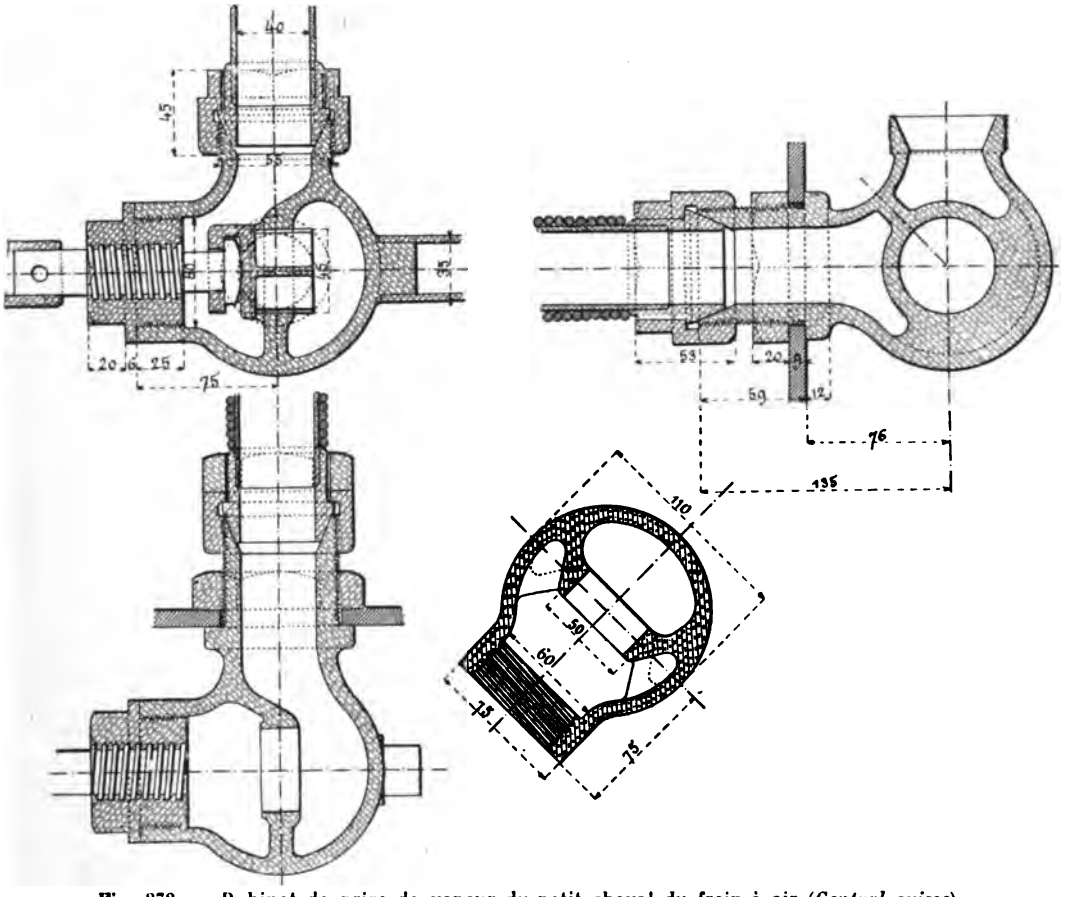


Fig. 878. — Robinet de prise de vapeur du petit-cheval du frein à air (*Central suisse*).

du cylindre par ce tube qui forme siphon pour aller humecter les boudins des roues, qu'autant qu'elle atteint l'orifice du tube supérieur au niveau.

Pour faire fonctionner l'appareil on laisse arriver l'eau du tender dans les petits réservoirs qui s'emplissent jusqu'au niveau que l'eau ne peut dépasser, car dans cette position le flotteur ferme la valve d'admission. Quand la machine passe dans une courbe, l'eau se trouve portée vers l'extérieur de la courbe par l'effet de la force centrifuge, le niveau monte dès lors dans le cylindre extérieur, l'eau atteint l'orifice du tube et vient ainsi couler sur le boudin de la roue extérieure. Cet état de choses subsiste jusqu'au moment où

la machine quitte la courbe, car alors l'eau reprend le même niveau dans les trois réservoirs qui se remplissent de nouveau s'il y a lieu, jusqu'au niveau normal.

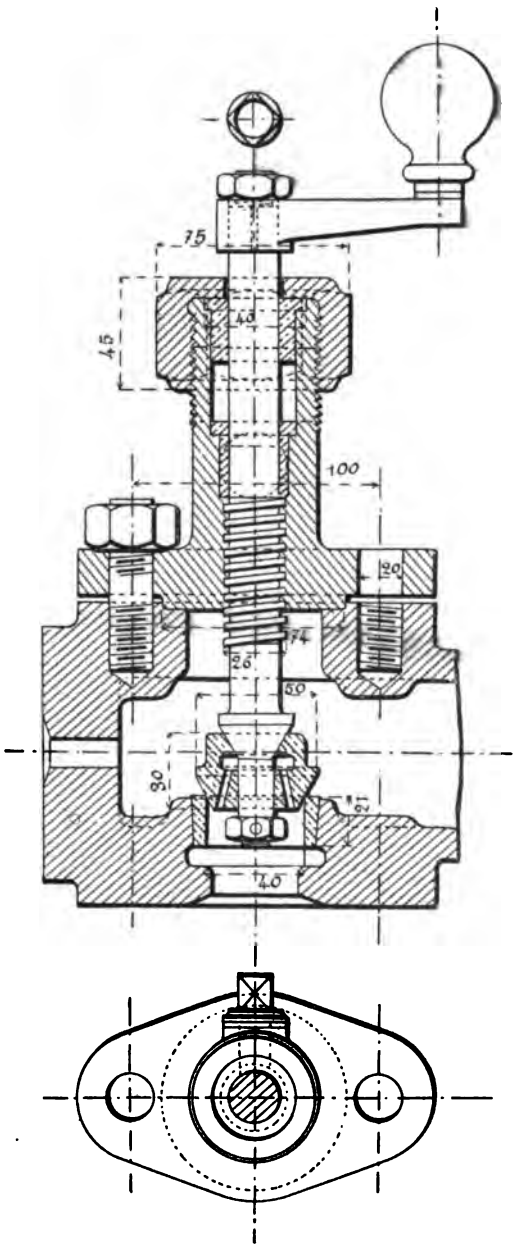


Fig. 879. — Robinet à vis à double siège (*Central suisse ;* Société alsacienne).

340. Quelques mots sur la robinetterie. — On n'emploie guère, dans les locomotives, les robinets ordinaires à boisseau que, soit pour les très petits tuyaux tels que ceux du manomètre ou du tube de niveau, soit pour les prises d'eau ou de vapeur qui ne se manœuvrent que de loin en loin. Les robinets à boisseau ont en effet plusieurs inconvénients, particulièrement dans l'espèce, parce qu'il faut les serrer énergiquement pour assurer leur étanchéité et qu'il est alors difficile de les manœuvrer et de régler avec précision leur degré d'ouverture. Le personnel est conduit à frapper sur les clés pour les ouvrir ou les fermer, ce qui les détériore et les fausse rapidement.

On fait surtout usage, sur les locomotives, de robinets à garniture d'amiante ou à vis.

Les robinets à garniture d'amiante (fig. 876) sont usités par diverses administrations et présentent plus de douceur et d'étanchéité que les robinets à boisseau ordinaires. On semble cependant tendre à les abandonner pour les robinets à vis.

Les robinets à vis sont à la fois peu encombrants, étanches et faciles à régler. Ils peuvent présenter plusieurs dispositions différentes. Quand les tuyaux sont de petit diamètre, c'est l'extrémité même de la tige de commande qui, élargie ou taillée en cône, forme l'obturateur (fig. 880) ; pour les orifices de plus grand diamètre, le robinet est constitué par une soupape à ailettes, rattachée à la tige de

manœuvre par un collet (fig. 877) et ne tournant pas avec celle-ci, ce qui d'ailleurs est peu favorable à l'étanchéité. On trouvera fig. 879 une disposition de la *Société alsacienne* qui comporte deux clapets superposés dont l'un à pointeau. Cette disposition a pour but, dans les robinets dont la soupape est

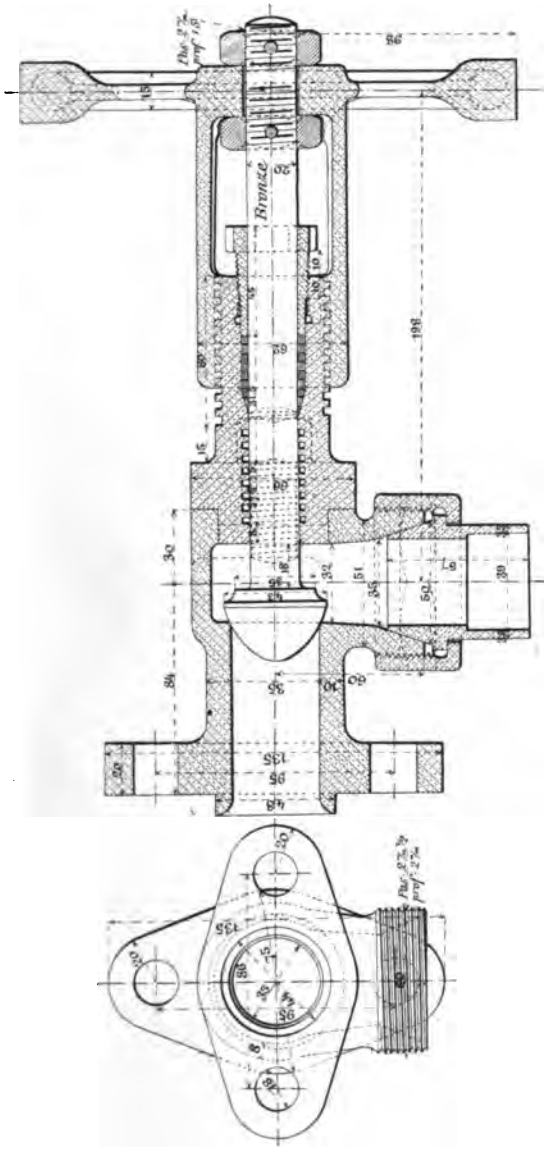


Fig. 880. — Robinet de prise de vapeur de l'injecteur et robinet réchauffeur (*Paris-Orléans*).

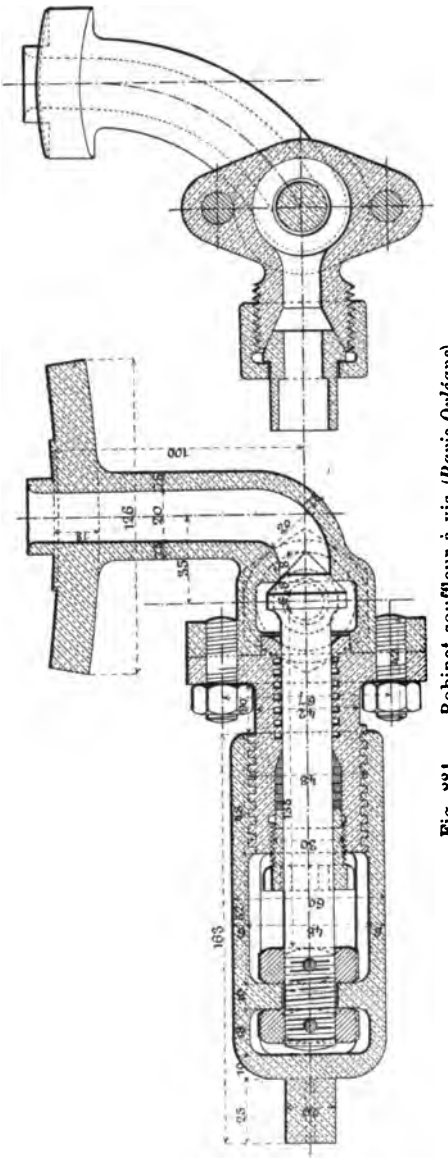


Fig. 881. — Robinet souffleur à vis (*Paris-Orléans*).

pressée normalement sur son siège par la vapeur, de soulager cette soupape de la pression avant qu'on ait à la soulever.

Le plus souvent les robinets à vis se ferment contre la pression, celle-ci tendant à les soulever de leur siège. Cette disposition, contrairement aux apparences, est favorable à l'étanchéité car, étant donné le faible diamètre des

soupapes, on exerce, avec la vis qui les commande, sur le siège, une pression beaucoup plus grande que celle que pourrait donner la vapeur seule.

Ordinairement, la tige est filetée dans la partie qui traverse le couvercle du robinet sur lequel elle prend son point d'appui. Parfois, au contraire, la tige ne peut se mouvoir dans le sens longitudinal; c'est le clapet lui-même qui porte un bossage fileté dans lequel pénètre la vis terminant la tige de commande; cette disposition n'est pas très heureuse et oblige à employer un dispositif propre à empêcher le clapet de tourner avec la tige.

Dans les robinets de la Compagnie d'*Orléans* (fig. 880) on a reporté au dehors le filetage qui est tracé sur la partie extérieure du couvercle de la boîte formant presse-étoupes; dans cette disposition, la tige du clapet ne tourne pas, elle se meut simplement dans le sens de sa longueur sous l'action du volant et de la vis.

Quand la commande se fait à distance, c'est souvent le support de la manette du robinet qui sert de point fixe, la tige, filetée extérieurement, pénétrant à l'intérieur de la poignée qui peut tourner mais non avancer.

Quelquefois, lorsque le robinet a un diamètre un peu grand, on adopte la disposition inverse comme on le voit fig. 877 (*Est*). La soupape est normalement collée sur son siège par la pression. On détermine l'écoulement de la vapeur en soulevant cette soupape à l'aide d'une tige qui agit sur sa partie postérieure.

On doit, surtout si la tige de commande tourne elle-même, prendre les dispositions pour empêcher que, en desserrant le clapet, on ne vienne à dévisser, par suite de l'adhérence créée entre ce clapet et son siège, la boîte elle-même du robinet sur son embase. C'est pourquoi il est bon de ne pas monter ce robinet sur une partie filetée concentrique à l'axe de la tige; il vaut mieux une embase à deux ou trois boulons (fig. 880); on peut employer un montage à vis dont l'axe est perpendiculaire à celui de la tige (fig. 878).

Les robinets à vis doivent être munis d'un presse-étoupes que traverse la tige et qui est placé en aval du clapet de sorte qu'il ne sert que si ce dernier est ouvert, ce qui contribue à assurer l'étanchéité en temps normal.

La commande des robinets à vis s'effectue à l'aide de petites manettes, de manivelles, ou plus souvent de volants. Ces derniers sont plus commodes, surtout si on les munit à leur circonférence d'une petite manette, disposée suivant le prolongement d'un rayon, qui permet de décaler facilement le robinet avec un marteau ou une clé s'il est collé, et de tourner le volant quand celui-ci est chaud.

Ces volants se font en bronze, pleins ou à rayons. Les Américains emploient beaucoup de volants dont la jante est composée de secteurs accolés offrant plus de prise aux doigts que les jantes lisses.

On emploie beaucoup en Allemagne, pour les prises de vapeur qui n'ont

pas besoin d'être réglées mais seulement ouvertes en grand ou fermées, comme celles des injecteurs sur la chaudière, des robinets à soupapes verticales sur lesquelles on agit à l'aide d'un levier vertical sans l'intermédiaire d'une vis (fig. 882).

La pression de la vapeur maintient la soupape dans ses deux positions extrêmes correspondant à l'ouverture et à la fermeture.

Les joints des tuyaux entre eux ou sur leurs robinets se font soit avec des brides ordinaires à oreilles ou circulaires portant deux ou trois boulons, soit mieux, pour les petits diamètres, avec des raccords à écrou concen-

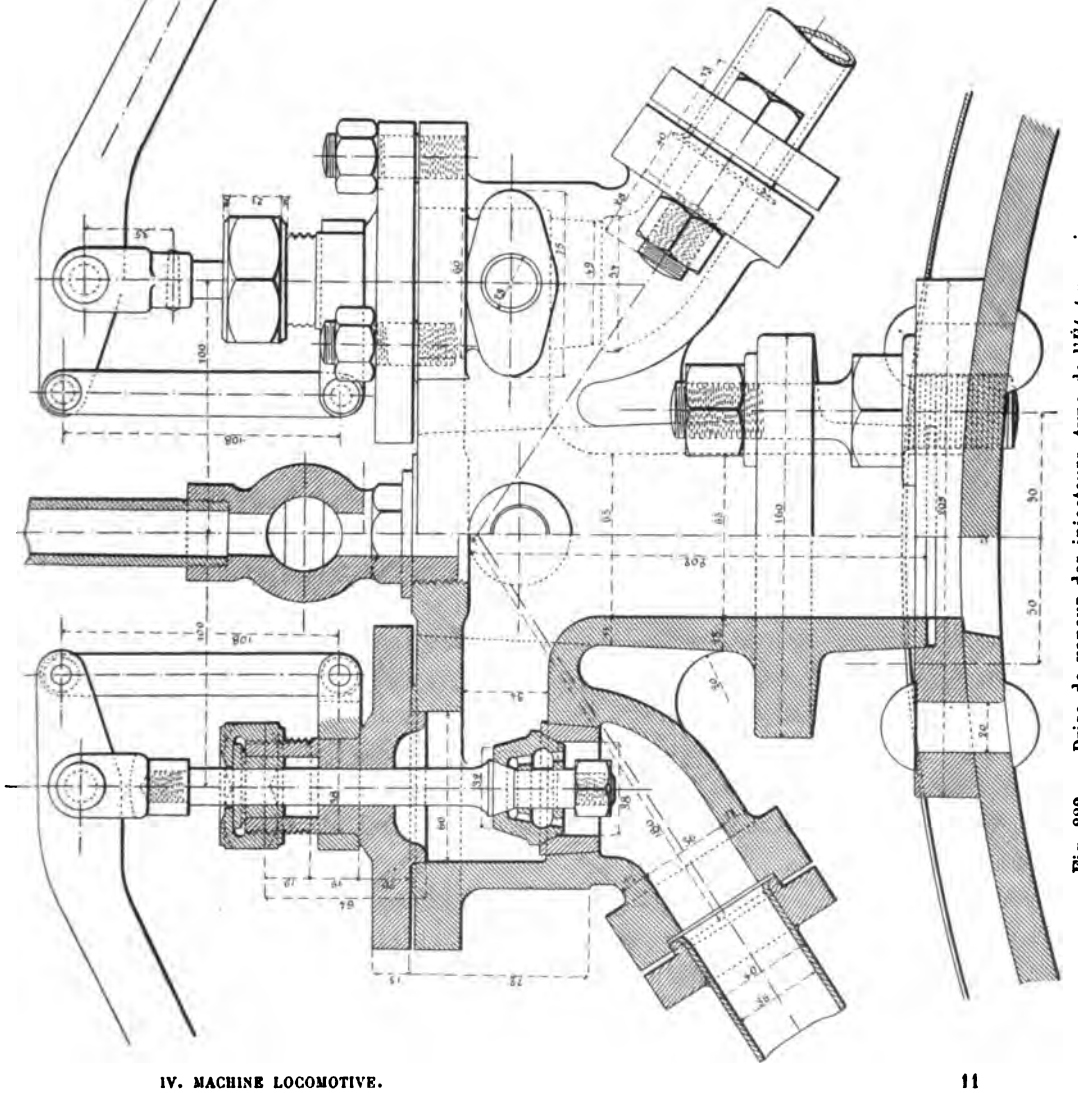


Fig. 882. — Prise de vapeur des injecteurs, type de l'*État prussien*.
Application aux locomotives-tenders de la *Suisse occidentale et Simplon* (*Société alsacienne*).

trique à la tige et à cônes, ceux-ci étant formés de part et d'autre par une pièce en bronze mince brasée à l'extrémité du tuyau qui pénètre de quelques centimètres à son intérieur. On doit toujours, chaque fois que le diamètre du tuyau le permet, préférer le joint conique, facile à démonter et étanche sans l'addition d'aucune substance plastique.

Quand les brides ne comportent pas d'assemblage conique, elles doivent être à emboîtage (fig. 882), condition nécessaire avec les hautes pressions usitées aujourd'hui.

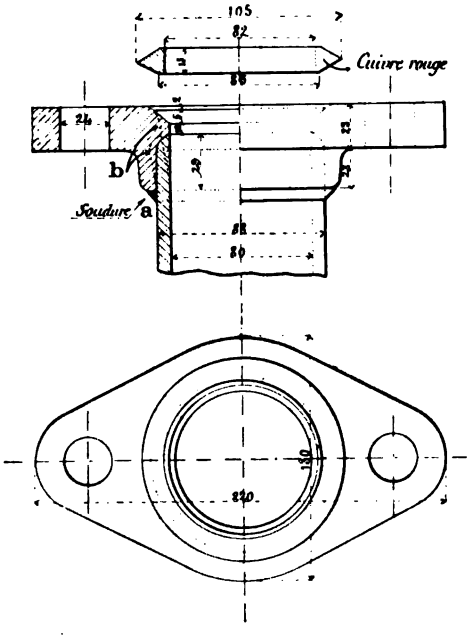


Fig. 883. — Joint à lentille pour tuyaux de vapeur.

De même, l'assemblage sur la chaudière, soit des tuyaux, soit des boîtes de prise de vapeur ou des colonnettes peut se faire à l'aide de brides plates et de joints au minium, à la céruse, à l'amiante. Aux États-Unis et en Allemagne surtout, depuis plusieurs années, on préfère aussi pour cet usage, comme pour les joints des tuyaux entre eux et en vertu des mêmes raisons (suppression des matières plastiques, facilité des démontages), des joints coniques ou sphériques à lentille. C'est une pratique qui est appelée, croyons-nous, à se répandre généralement (fig. 883.)

On trouvera, figure 854, le dessin d'un appareil monté sur les chaudières de machines construites par la *Société alsacienne* pour différentes administrations, et dont les joints sont ainsi opérés à l'aide d'une bague intermédiaire en acier, à surfaces sphériques, interposée entre les deux brides à relier.

341. Robinets purgeurs. — Chacun des cylindres comporte un robinet purgeur placé à une extrémité, aussi près que possible du plateau et du fond et sur la génératrice inférieure. La boîte à tiroir comporte aussi généralement un robinet purgeur qui se place au point le plus bas.

Les robinets purgeurs des cylindres et ceux des boîtes à tiroirs sont solidaires d'une même commande à la main du mécanicien et s'ouvrent ou se ferment tous ensemble.

En Europe, ces robinets sont presque toujours du type à boisseau. Tantôt les clés des deux robinets d'un même cylindre sont placés sur la même tige reliée à une autre tige semblable, parallèle aussi à l'axe de la machine et située sous l'autre cylindre par une petite bielle transversale et deux courtes

manivelles. Tantôt, au contraire, ce sont les clés des robinets des deux cylindres de droite et de gauche se faisant vis-à-vis, qui se trouvent fixés à la même tige alors disposée en travers. Les deux tiges parallèles commandant respectivement les robinets de l'avant et de l'arrière sont conjuguées par une petite bielle articulée sur des bras venus de forge vers le milieu de cette tige.

Il suffit donc d'actionner une de ces tringles pour manœuvrer tous les robinets. Quand les axes sont disposés dans le sens de la longueur, les purgeurs sont commandés par une tringle, parallèle à la main courante ou placée à l'intérieur de celle-ci, à laquelle on imprime un mouvement partiel de rotation et qui commande les robinets au moyen d'une petite manivelle disposée à sa partie antérieure et d'une bielle verticale. La manœuvre s'opère alors ordinairement par un petit levier à secteur placé derrière l'écran du côté du mécanicien ou du chauffeur. Cette disposition est très fréquemment suivie en France, on la retrouve entre autres sur beaucoup de locomotives de la Compagnie du *Nord*.

Si, au contraire, les tiges reliant les clés des robinets sont disposées en travers, c'est la disposition la plus fréquente aujourd'hui, on les commande à l'aide d'une tringle longitudinale, supportée vers son milieu par une articulation, et qui porte à l'arrière une poignée de manœuvre ou un bouton sur lequel agit un petit levier placé le long de la boîte à feu.

Aux États-Unis, les robinets purgeurs sont constitués par de petites soupapes, normalement fermées par un ressort à boudin, et que l'on ouvre en faisant glisser dans le sens longitudinal une tige commune portant de petits plans inclinés placés au droit des tiges de ces soupapes. Cette disposition assure une bonne étanchéité sans que l'on ait à dépenser un effort musculaire un peu considérable pour ouvrir les clapets de purge comme il arrive avec les robinets lorsqu'ils sont mal entretenus ou trop serrés.

On a quelquefois, pour supprimer les tringlages, disposé des robinets purgeurs mus par la vapeur ou l'air du frein et s'ouvrant, quand le mécanicien met en communication avec l'atmosphère une petite conduite, à l'aide d'un robinet placé à sa main.

342. Sifflet. — On donne à la cloche du sifflet une longueur plus ou moins grande suivant la hauteur du son que l'on veut obtenir. La commande du sifflet s'opère parfois au moyen d'un simple robinet, mais le plus souvent, et toujours en France, on préfère l'emploi d'un clapet à ressort (fig. 884) normalement pressé sur son siège par la vapeur, sur lequel on agit à l'aide d'un levier et d'une tringle.

Certaines administrations étrangères disposent deux sifflets sur les machines dont un, très petit, servant pour les signaux à donner dans les

gares à voyageurs afin de ne pas gêner le public. En France les règlements et habitudes qui régissent l'emploi du sifflet, datant d'une époque où la mise en marche d'un train ou d'une machine était presque un événement, sont actuellement surannés; l'abus du sifflet sur nos voies ferrées et surtout dans nos gares de tête est devenu une gêne qui s'est accrue avec l'intensité du trafic. Que l'on donne un peu d'élasticité aux règlements et surtout à leur application ; personne ne s'en plaindra et le service ou la sécurité n'en souffriront pas, au contraire. En Angleterre, le sifflet n'est presque jamais utilisé.

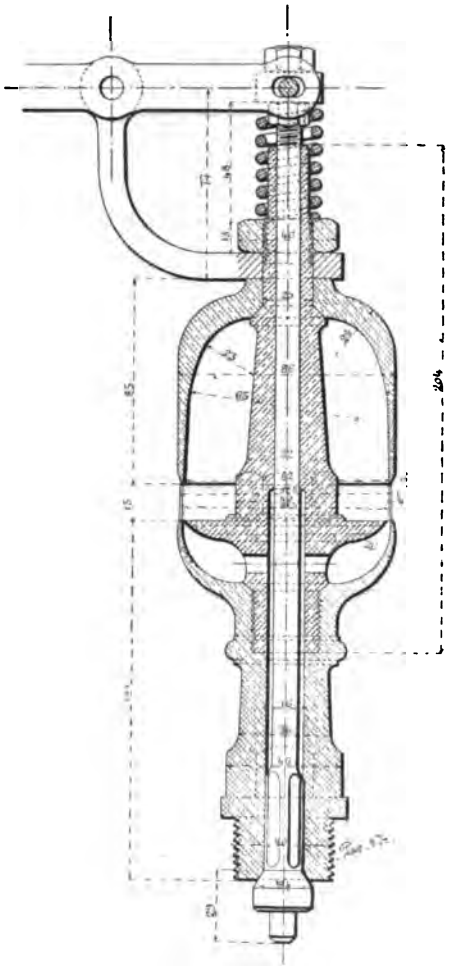


Fig. 884. — Type de sifflet (*Est*).

343. Tringlage. — Le corps cylindrique des locomotives porte un certain nombre de tringles destinées à servir de main-courante, pour les agents lorsqu'ils circulent sur le tablier, et de transmission pour certaines manœuvres importantes ou auxiliaires, telles que : régulateur, sablière, soupapes d'échappement variable, robinets purgeurs, souffleurs, etc. Ces tringles sont supportées à l'aide de petites colonnettes en fer, en laiton ou en bronze, maintenues au moyen de vis ou de prisonniers sur des tasseaux ayant une épaisseur égale à la distance qui sépare l'enveloppe de la chaudière et maintenus eux-mêmes sur la tôle de la chaudière à l'aide de goujons. Ces tringles sont traitées comme des pièces de serrurerie; simplement façonnées à la meule, elles doivent s'ajuster convenablement dans leurs supports, mais sans qu'il soit nécessaire d'y apporter un soin minutieux.

L'arrangement général du tringlage des locomotives a une grande influence sur leur aspect ; l'œil est mieux satisfait quand le nombre de ces tringles et des tuyaux, gros ou petits, est aussi faible que possible et quand ces organes accessoires, parallèles entre eux et à l'axe du corps cylindrique, ne coupent pas les lignes de la machine (comparer à cet égard les machines représentées figures 4, 10, 72, 81, et 115 à celles des figures 177 et 183, tome I). Il n'en coûte rien d'apporter quelque soin à la disposition du tringlage dont l'arrangement défectueux ou négligé suffit à gâter l'aspect des locomotives les mieux disposées par ailleurs. A l'imitation des

Anglais qui ont toujours soigné l'aspect de leurs machines, on commence sur le continent européen à attacher une importance beaucoup plus grande à ces choses et il suffit, pour se convaincre, de comparer à ce point de vue la plupart des locomotives construites depuis quelques années tant en France qu'en Allemagne et aux États-Unis, aux machines des types antérieurs.

Pour simplifier le tringlage, on cherche généralement à confier à une seule tringle plusieurs fonctions. La main-courante par exemple est, d'un côté, formée par une tringle mobile qui actionne le robinet-souffleur quand on lui communique un mouvement de rotation et les valves de la sablière quand on lui imprime un mouvement longitudinal suivant son axe. De même, la tringle placée du côté opposé de la machine peut commander les robinets purgeurs et les soupapes d'échappement variable. D'autres fois, une des tringles est formée par un tube et en renferme une autre, concentrique, qui, prolongée un peu plus loin, sert à un usage différent. On trouvera de semblables dispositions sur beaucoup de locomotives des Compagnies de l'*Ouest* et du *Nord*. Rien ne produit au contraire plus mauvais effet et ne semble indiquer une étude hâtive, qu'une accumulation inutile de tringles, obliques ou parallèles.

344. Abris du personnel et disposition de la plate-forme arrière. — La plate-forme arrière, sur laquelle se tient le personnel, peut offrir des dispositions différentes suivant le type de machine et l'arrangement des essieux accouplés. Dans les locomotives qui ont la boîte à feu en porte-à-faux ou dont le foyer passe au-dessus des roues arrière, la plate-forme peut être très courte, mais elle comprend toute la largeur comprise entre les rampes de droite et de gauche. Dans les machines ayant une paire de roues accouplées de grand diamètre placée à l'arrière du foyer, la plate-forme a nécessairement une longueur suffisante pour que la traverse d'attelage avec le tender se trouve en arrière des roues, mais elle est resserrée entre les couvre-roues, qui la limitent des deux côtés. C'est le cas de toutes les locomotives anglaises et des nouvelles machines à grande vitesse des Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est* et du *Midi*. Cette disposition est loin d'être incommode, comme on peut le croire au premier abord; au contraire, le personnel est mieux protégé et ne reçoit plus, dans les jambes, en vitesse, de violents courants d'air comme avec les plates-formes larges mais courtes. Les couvre-roues servent de siège sans présenter, vu leur disposition, assez de confort pour que l'on puisse craindre que les agents en abusent pour se reposer et s'y endormir. Les machines-tenders dans lesquelles les caisses à eau sont prolongées de la même manière offrent une disposion analogue, bien que les roues soient de diamètre plus

faible. En France, on préfère arrêter les caisses à eau ou à combustible par le travers de la face arrière de la chaudière pour élargir la plate-forme qui s'étend de part et d'autre jusqu'aux rampes formées par le prolongement des faces extérieures des caisses à eau (fig. 886). C'est d'ailleurs une disposition qui dépend beaucoup de la répartition ; quand la locomotive comprend un essieu accouplé à l'arrière du foyer, il est nécessaire, pour le

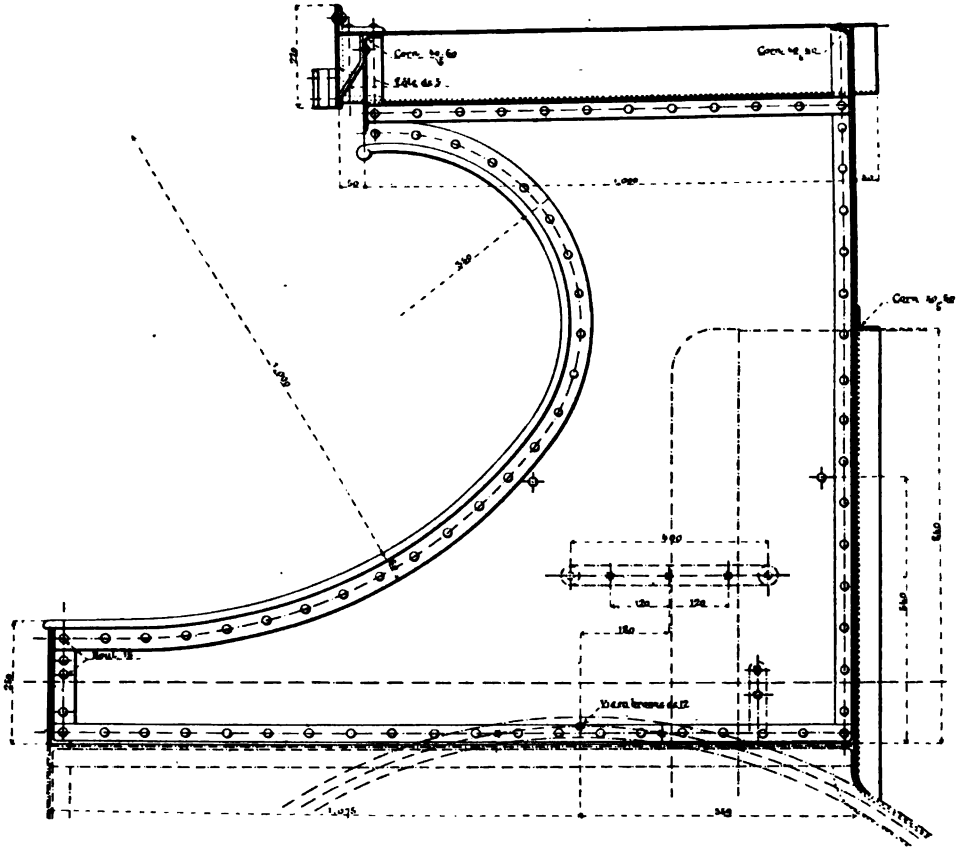
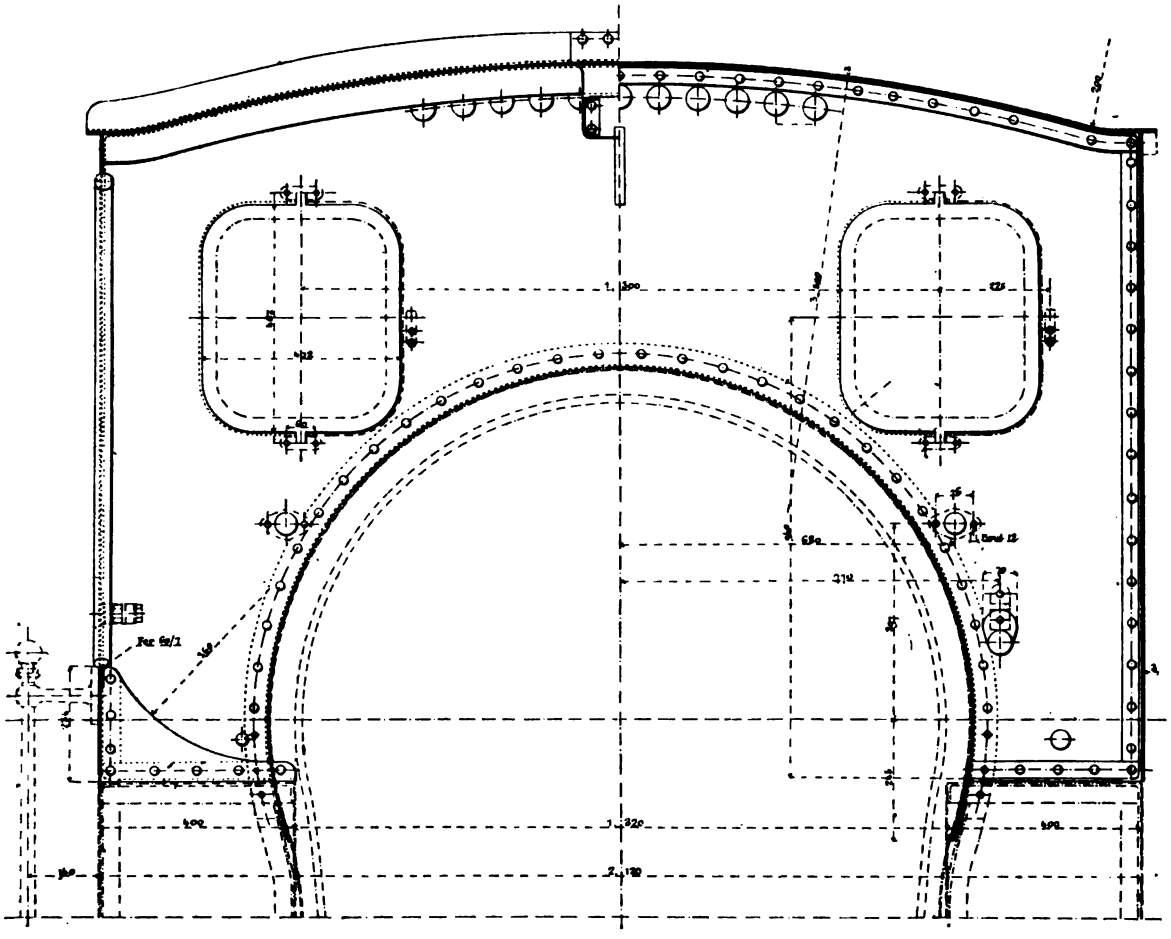


Fig. 885. — Abri des locomotives à grande vitesse

charger suffisamment, de reporter davantage vers l'arrière les caisses à eau et à combustible.

Le personnel se tient pendant la marche sur la plate-forme arrière que l'on protège contre les intempéries d'une manière plus ou moins complète. A l'origine, les machines ne comportaient aucun abri, mais les vitesses étaient peu considérables et on pouvait considérer comme un luxe ce qui est devenu dans la suite une nécessité. Plus tard, on munit les locomotives d'un écran transversal muni de lunettes en verre qui abritait le personnel

contre la pluie chassée par le vent quand la machine était en mouvement, mais dont l'utilité était nulle pendant les arrêts ou la marche à petite vitesse. Dans les pays froids et brumeux, dans ceux surtout où les tourmentes de neige sont, l'hiver, fréquentes et terribles, comme en Russie et aux États-Unis par exemple, on adopta presque aussitôt des abris complets qui donnaient une protection très efficace. Cette pratique se répandit rapidement à



et à bogie (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest.*

l'étranger, surtout en Allemagne et en Angleterre, où les abris, sans être à beaucoup près aussi complets et bien clos que les cabines des machines américaines, se prolongeaient sur le côté par des joues latérales et possédaient une toiture couvrant la plus grande partie de la plate-forme. En France, les services de l'exploitation soulevèrent d'abord des objections à l'emploi des abris pensant qu'ils gèneraient la vision des agents. les porteraient à la négligence et les inviterait, la nuit, au sommeil. La pratique a ramené les choses au point et les locomotives françaises comportent aujourd'hui des

abris aussi complets que la plupart des machines étrangères. Non seulement les

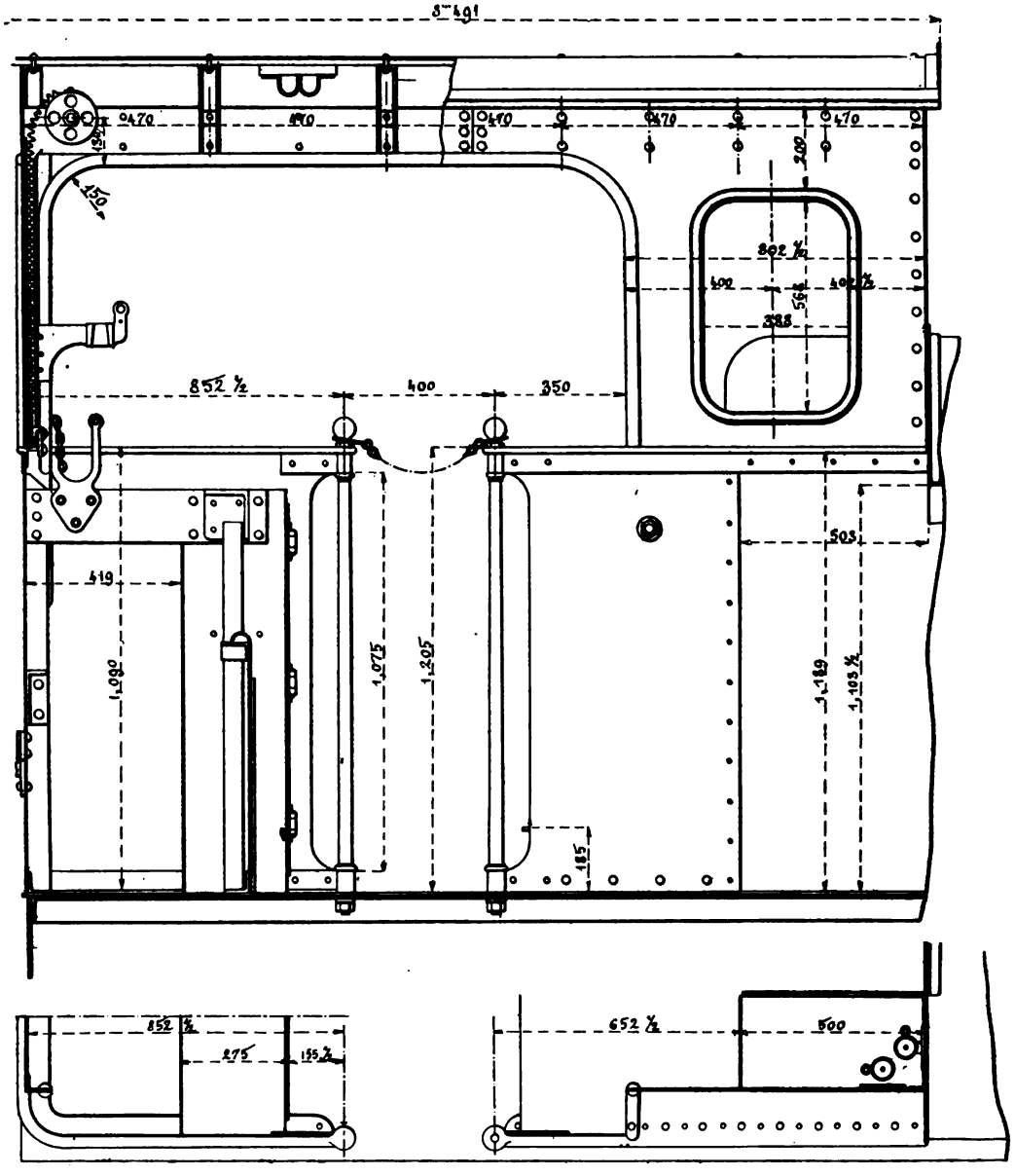
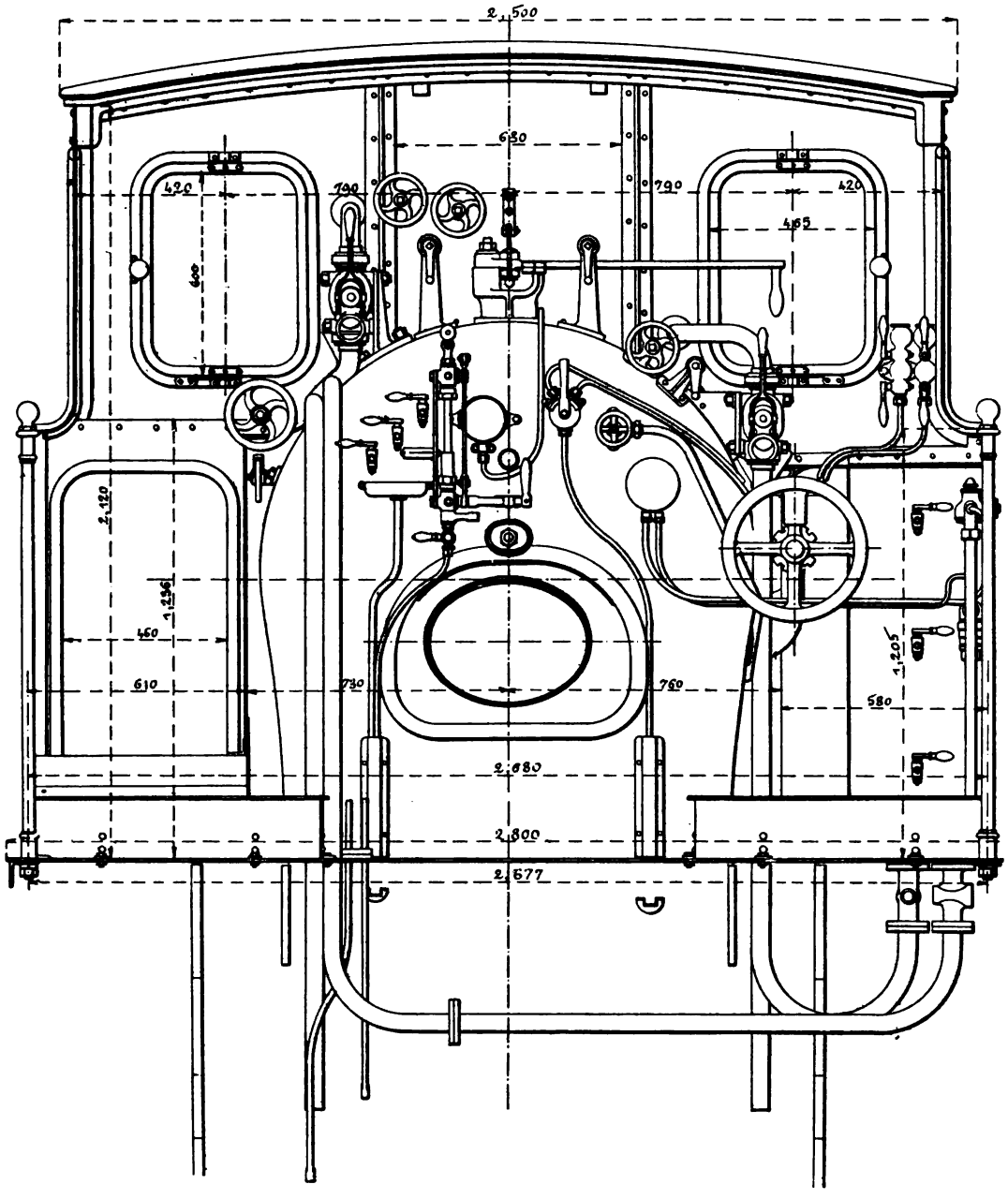


Fig. 886. — Disposition générale de l'abri et des appareils d'arrière

machines construites récemment en sont munies, mais on a aussi placé des cabines plus ou moins complètes sur un grand nombre d'anciennes locomotives au fur et à mesure de leur rentrée aux ateliers pour grandes réparations.

Les anciennes machines qui n'ont qu'un simple écran, comportent de



des locomotives de banlieue (série 729-712) des *Chemins de fer de l'Est.*

chaque côté une *rampe* longitudinale en tôle ayant environ 1,00 m. de hauteur, qui limite la plate-forme de part et d'autre et se prolonge souvent à l'avant jusque vers le milieu de la boîte à feu sur laquelle elle vient se fixer à

l'aide d'une portion transversale raccordée à la partie longitudinale par un arrondi de grand diamètre. C'est dans la partie comprise entre la boîte à feu et la rampe que se logent, d'un côté le changement de marche à vis ou le levier de manœuvre, de l'autre les injecteurs ou la manœuvre du jette-feu ou tout autre appareil auxiliaire.

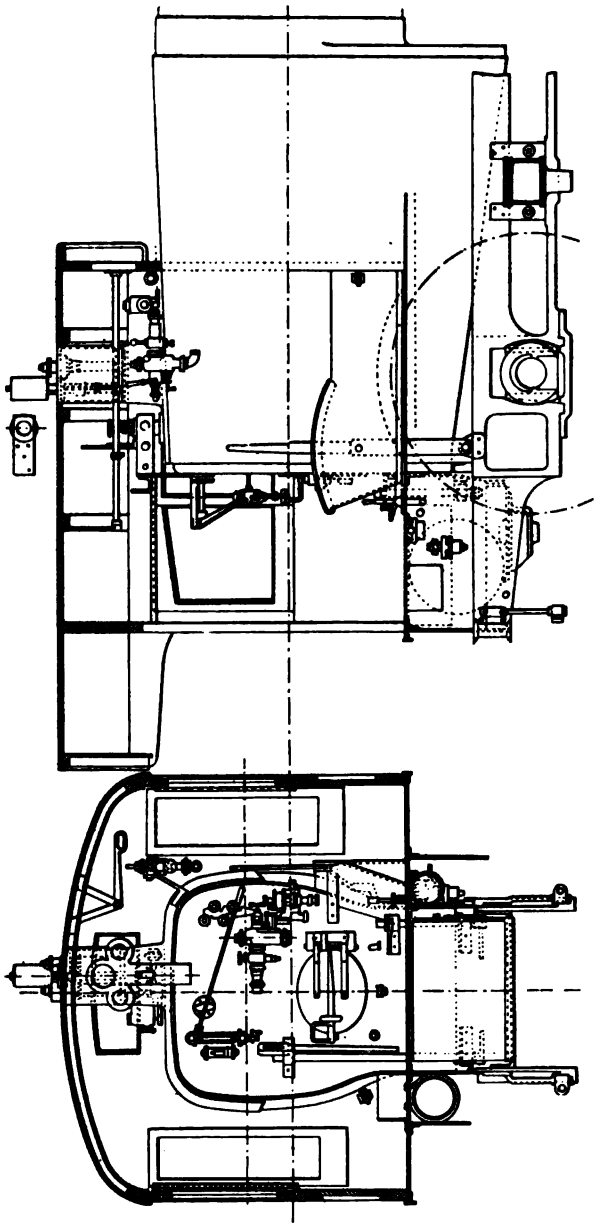


Fig. 887. — Disposition générale de l'abri et des appareils d'arrière dans une locomotive américaine à grande vitesse.

Cette rampe est renforcée et raidie à sa partie supérieure par un fer profilé de forme spéciale dont la partie supérieure, assez large, est arrondie et peut servir d'appui au personnel quand il se penche en dehors. A l'arrière, la rampe est maintenue par une colonnette verticale boulonnée sur l'extrémité de la traverse et qui sert de point d'appui pour monter sur la machine par le marchepied placé au-dessous. Cette colonnette se termine à sa partie supérieure par une petite boule en laiton sur laquelle se fixe, pendant la marche, une chaînette solidaire de la colonnette semblable terminant la rampe du tender à l'avant et qui protège le personnel contre les chutes par la partie comprise entre les colonnettes et laissée libre pendant les stationnements pour permettre de monter sur la machine ou d'en descendre.

Dans les locomotives ayant une paire de roues accouplées dont l'essieu passe derrière le foyer, c'est le couvre-roues lui-même ou son prolongement vertical si les roues sont de faible diamètre, qui forme cette rampe. Le plus souvent les joues latérales

des abris ne sont formées que par l'extension de la rampe vers le haut.

Les abris actuellement employés en Europe sont en tôle, avec quelquefois un pavillon en bois; les cabines américaines sont en bois, sauf dans quelques locomotives de construction récente où elles sont aussi en tôle (*Canadian Pacific*, *Pennsylvania*, etc.)[1].

Les abris employés sur les locomotives se ramènent aux types suivants :

Simple écran vertical placé transversalement vers la partie postérieure du foyer, muni de deux lunettes, l'une à droite et l'autre à gauche.

Ecran analogue au précédent mais incurvé sur l'arrière à la partie supérieure, de manière à former une amorce de toiture, et parfois sur le côté (fig. 51 à 53).

Ecran plus large et plus haut, sans joues latérales, raccordé à une toiture couvrant toute la plate-forme; c'est le type connu sous le nom de tente-abri (fig. 17, 26, etc.). Il a été en faveur en France à une certaine époque (*Midi*, *Nord*) et est encore est très usité dans certains pays chauds comme les Indes ou l'Amérique du Sud où l'abri a surtout pour but de protéger le personnel des rayons du soleil, tout en assurant une bonne ventilation de la plate-forme.

Abri proprement dit avec courtes joues latérales échancrées, raccordées à une toiture ne couvrant qu'une portion de la plate-forme. C'est le type usuel en Angleterre, auquel on a donné le nom de *cab* par suite de sa ressemblance avec la voiture connue sous cette désignation (fig. 4, 72, 81 et 886).

Abri avec joues latérales plus ou moins longues, mais dont la toiture, prolongée sur l'arrière, couvre la plate-forme et se trouve supportée à l'arrière par des colonnettes continuant de chaque côté celles de la rampe. C'est le type d'abri encore le plus répandu sur le continent européen et particulièrement en France; on le retrouve aussi sur les machines de plusieurs réseaux anglais (fig. 8, 10, 14, 30, 37, 87, 88, etc.).

Abri analogue au précédent, mais plus long, portant des joues souvent aussi longues que la plate-forme et dans lesquelles on pratique, de part et d'autre, une ou plusieurs fenêtres latérales munies de glaces fixes ou mobiles. La toiture dépasse la machine sur l'arrière et couvre en partie la plate-forme du tender. C'est le type classique américain, qui tend à se répandre en Russie, en Allemagne, en Autriche, en Belgique et sur la plupart des pays de l'Europe continentale; en Angleterre il est adopté par une seule Compagnie, le *North Eastern Ry;* on n'en a pas encore fait d'application en France (fig. 106 à 109, 141, 163 à 169, 174 à 184, 213 à 230).

[1] On peut s'étonner à bon droit de ce que, sur certains réseaux français, l'introduction des abris fermés sur le côté n'ait pas été reçue avec faveur par les mécaniciens qui leur reprochaient de donner trop de chaleur. Il a même fallu, dans certains cas, que la conviction des ingénieurs soit bien faite pour passer outre et donner au personnel, malgré lui, une commodité qu'il apprécie aujourd'hui.

Les ensembles de machines qui accompagnent cet ouvrage, peuvent fixer les idées sur les types d'abris les plus répandus dans les divers pays.

La largeur des abris est toujours un peu inférieure à celle du tablier qui forme un rebord assez étroit de chaque côté de la rampe ; elle varie de 1,80 m. à 2,13 m. en Angleterre, de 2,20 m. à 2,70 m. en France ; elle atteint 2,95 m. sur les locomotives de l'*État belge* et jusqu'à 3 m. en Allemagne et aux États-Unis.

On n'a pas toujours avantage à élargir les abris au delà d'une certaine limite ; une grande largeur donne plus de place et rend le service plus commode, mais à condition qu'il n'y ait pas une paire de roues accouplées derrière le foyer ; autrement les couvre-roues, quand l'abri est large, font saillie

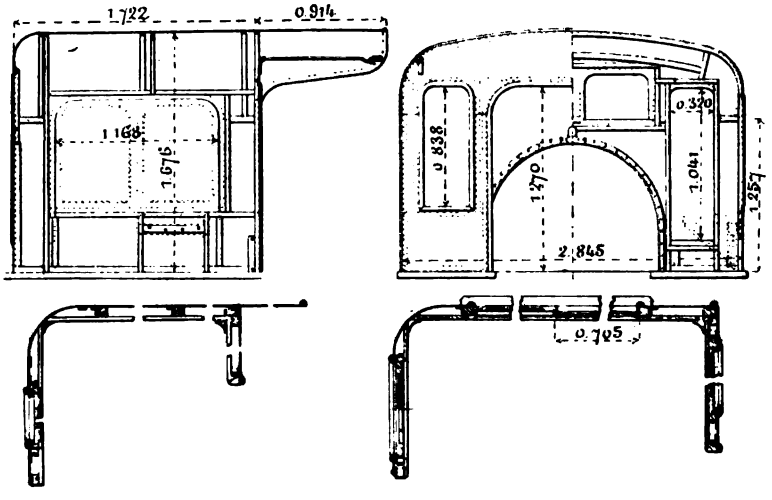


Fig. 888. — Ensemble d'un abri américain en tôle.

sur la plate-forme et gênent le personnel. Dans ce cas, on limite souvent la largeur de l'abri à celle de la partie extérieure des couvre-roues, comme sur les machines express des Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord* (compound 2 121-2 157), du *Midi* et sur toutes les machines anglaises (fig. 890 à 897), la plate-forme étant alors limitée à la partie comprise entre les couvre-roues. En outre, quand les abris sont trop larges, les agents, lorsqu'ils se penchent au dehors, sortent du gabarit et peuvent être blessés par les culées des ponts ou d'autres obstacles. On doit recommander, si on porte la largeur de l'abri à la cote maximum que permet le gabarit, de disposer sur la face avant, de chaque côté de la boîte à feu, une porte donnant accès sur le trottoir de la machine afin que les agents n'aient pas à sortir de l'abri par les côtés pour faire le tour de la machine. Cette disposition, générale aux Etats-Unis, nous l'avons vu, se répand en Allemagne et en Belgique ; elle a été adoptée par la Compagnie de l'*Ouest* pour ses récentes machines à six roues accouplées.

et à bogie (2 301-2 304). Elle est ordinairement complétée par la surélévation du tablier au-dessus des roues.

La hauteur intérieure de l'abri doit être au minimum de 2,15 m. au-dessus de la plate-forme au milieu ; en France on la porte ordinairement à 2,20 m. ou 2,25 m.

La face avant de l'abri doit comporter des lunettes aussi larges et hautes que possible, munies de verres épais et solides, enchâssés dans un cadre qui peut être fixe, mais qu'il est préférable de monter sur charnières pour permettre d'aérer l'abri en les ouvrant quand il est nécessaire. Ces charnières peuvent être placées sur le côté, extérieurement, le tout formant quelque chose d'analogue à un hublot de navire ou suivant l'axe vertical du châssis, ce qui permet de le maintenir en marche au degré d'ouverture voulu (*Ouest*, *Est*, etc., fig. 890 à 906), sans qu'il fasse intérieurement une saillie gênante ou soit exposé à être refermé ou ouvert davantage par le courant d'air. On le fixe d'ailleurs dans la position voulue à l'aide d'un petit secteur et d'une vis de pression ou d'un loqueteau.

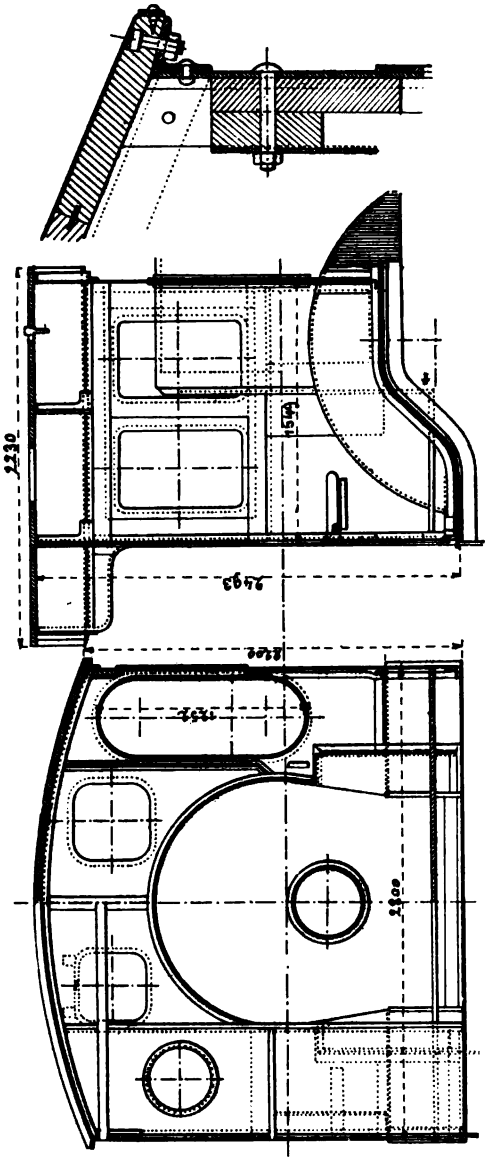


Fig. 889. — Abri. Type de l'*État prussien* (d'après MM. Von Borries et Blum).

Quand les chaudières sont placées à une très grande hauteur, le mécanicien peut ne voir devant lui qu'une bande assez étroite, la boîte à feu et le dôme gênant sa vision du côté gauche. On place alors d'autres glaces fixes ou mobiles dans la partie centrale placée au-dessus du foyer (machines de l'*Etat belge*, fig. 904-905 de la Compagnie de l'*Ouest*, fig. 906; machines américaines, etc.). A ce point de vue on peut recommander de placer la plate-forme des abris assez haut pour que le mécanicien puisse voir devant

lui, avec les machines les plus hautes comme sur les anciennes locomotives très basses. La surélévation des chaudières, actuellement si à l'ordre du jour, entraînera sans doute les constructeurs européens à se rapprocher à ce point de vue de la pratique américaine.

Il peut arriver que les abris fermés sur le côté soient insuffisamment ventilés et qu'il y fasse trop chaud l'été. On peut alors recommander de percer quelques trous à la partie supérieure de la face avant (fig. 885), trous qui restent sans fermeture ou qu'un registre permet de boucher quand il est nécessaire. Certains abris portent même sur l'avant de véritables portes de ventilation (fig. 899).

Les abris se font en tôle d'acier de 2,5 à 3 mm. d'épaisseur; les différentes parties sont réunies par des cornières verticales ou horizontales. Le pavillon en tôle ou en bois est cintré. On se munit parfois d'un lanterneau destiné à l'aération et à la sortie de l'air chaud. Les bords des joues sont munis d'un fer profilé qui leur est rivé et les raidit; comme il sert d'appui aux agents lorsqu'ils se penchent au dehors, on a avantage à donner à l'aile transversale de ce fer spécial une grande largeur (il a jusqu'à 80 mm. sur certaines machines anglaises).

On trouvera, figure 885, le dessin d'un très bon type d'abri appliqué par la Compagnie de l'*Ouest* aux express à bogie et, figure 886, celui des locomotives de banlieue de la Compagnie de l'*Est*.

Les abris ne sont pas fixés à la chaudière; ils reposent soit sur le tablier, soit sur les couvre-roues arrière et sont facilement démontables d'une seule pièce. Leur face avant est percée d'une grande ouverture semi-circulaire (ou rectangulaire avec le foyer Belpaire) armée d'une cornière qui embrasse et contourne la boîte à feu sans la toucher, afin que la dilatation de la chaudière puisse s'opérer librement.

Le pavillon est supporté par des cornières cintrées placées transversalement ; la cornière placée à l'arrière est ordinairement plus forte et plus haute. En France, on la remplace souvent par une tôle verticale dont l'arête inférieure est rectiligne et horizontale.

Un genre d'abri, très usité sur les lignes écossaises et aussi adopté par quelques réseaux anglais (*Great Northern*, *South Eastern*, etc., fig. 74, 89), tend actuellement à se répandre en France. Dans ce type, le pavillon est formé par la continuation de la tôle formant les faces latérales, auxquelles il se raccorde par des grands congés (fig. 18, 898, à 900). Ce genre d'abri est simple d'exécution, élégant et robuste. Il permet d'augmenter la hauteur et facilite l'inscription dans le gabarit. Il a été adopté par la Compagnie de *P.-L.-M.* pour ses nouvelles machines compound et locomotives B. 111-400, par la Compagnie du *Nord* pour les nouvelles locomotives à marchandises à quatre essieux accouplés et par la Compagnie de l'*Ouest* pour ses machines à six

roues accouplées et à bogie. Les Chemins de fer de l'*Etat belge* ont adopté un type analogue (fig. 904 et 905).

Dans quelques types récents l'administration des *Chemins de fer de l'État prussien* a adopté un abri du type américain fermé de chaque côté sur l'arrière (fig. 889).

Les abris américains, en bois, sont les plus complets qui existent, ce que justifie la rigueur du climat des États-Unis du Nord (fig. 887, 888). Ils comportent trois châssis vitrés placés de chaque côté et dont l'un au moins, celui du milieu, est mobile. Le mécanicien assis sur la banquette qui règne le long de cet abri, — banquette rembourrée et garnie de molesquine ou de toile cirée, — surveille ordinairement la voie par cette ouverture au bord de laquelle il s'accoude.

Nous avons supposé jusqu'ici que l'abri se trouvait au-dessus de la plate-forme arrière, derrière la boîte à feu. Il n'en est pas toujours ainsi.

Beaucoup de locomotives américaines de construction récente, même celles qui sont destinées à brûler des charbons bitumineux, ont un foyer extrêmement long qui déborde l'essieu arrière. Il n'y a plus de plate-forme, la face arrière de la boîte à feu arrivant au contact de la traverse d'attelage. L'abri est alors fermé sur l'arrière par une cloison correspondant au plan de la façade de la chaudière (fig. 907) et se trouve munie de chaque côté d'une porte regardant le tender. L'abri est alors à cheval sur le foyer. Les agents se tiennent ainsi sur les côtés de la boîte à feu. Le chauffeur doit descendre sur la plate-forme du tender pour charger le feu ; il ne peut guère quitter cette plate-forme, quand le train est lourd et rapide. Les deux agents sont ainsi séparés et toute la responsabilité de la marche repose sur le mécanicien qui ne peut que difficilement communiquer avec son compagnon, lequel ne s'occupe pas des signaux. C'est une pratique de plus en plus générale aux États-Unis, mais qui est vivement critiquée et que déplorent les mécaniciens.

Dans les machines à foyer Wootten, on va plus loin encore (fig. 221-222). La largeur extérieure de la boîte à feu est d'environ 3 m., ce qui oblige à reporter l'abri à l'avant du foyer; on le place à cheval sur le corps cylindrique, le mécanicien se trouvant sur le côté. Le chauffeur reste sur la plate-forme du tender souvent munie, pour le protéger, d'une légère toiture en tôle. La séparation des agents est encore plus marquée et, comme telle, plus critiquable que dans le cas précédent. L'administration de l'*État belge* avait adopté une disposition analogue sur sa première locomotive du type 6 (1885) et y a renoncé dans la suite.

Dans les machines-tenders, l'abri diffère surtout de celui des machines express en ce qu'il est à peu près symétriquement disposé par rapport au plan transversal médian. Les locomotives étant parfois appelées à circuler indifféremment dans les deux sens pour les services de banlieue effectués en

navette par exemple, on dispose sur l'arrière un écran semblable à celui qui se trouve placé à l'avant dans les autres machines. Ces deux écrans portent des joues latérales parfois de même longueur et sont réunis par une toiture

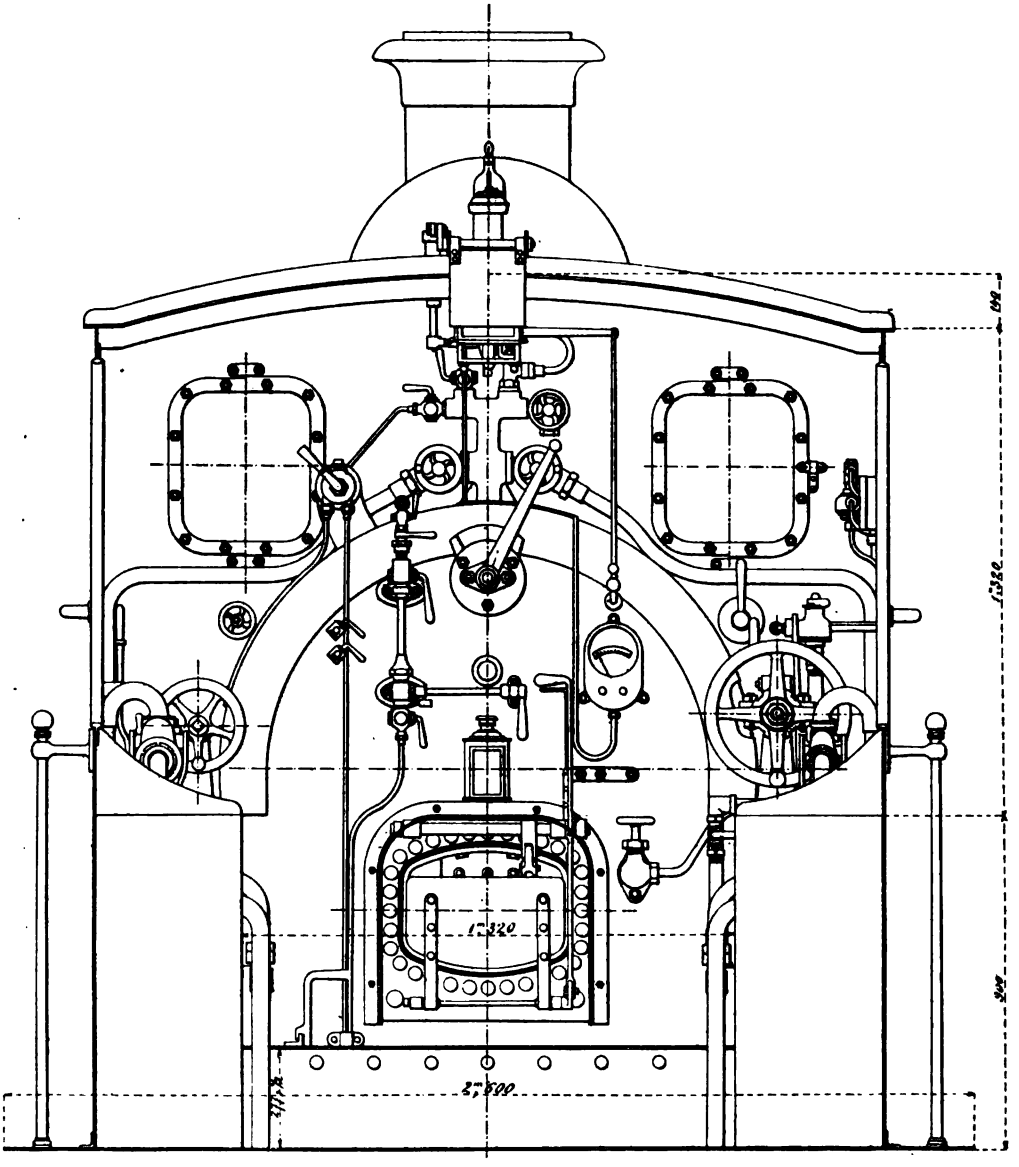


Fig. 890. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à grande vitesse et à bogie (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

qui recouvre toute la plate-forme. On trouvera, figures 58 à 70 et 125 à 135, des exemples de différentes dispositions adoptées. Nous renvoyons, du reste, à ce que nous disons plus loin au sujet des machines-tenders.

345. Dispositions des appareils d'arrière. — Nous avons cru intéressant de grouper un assez grand nombre de dessins donnant la disposition intérieure des abris et des appareils d'arrière de locomotives françaises et étrangères bien connues et pouvant servir de types, soit de machines en service et très répandues, soit au contraire de locomotives appartenant à des modèles nouveaux et indiquant les tendances de la pratique la plus récente.

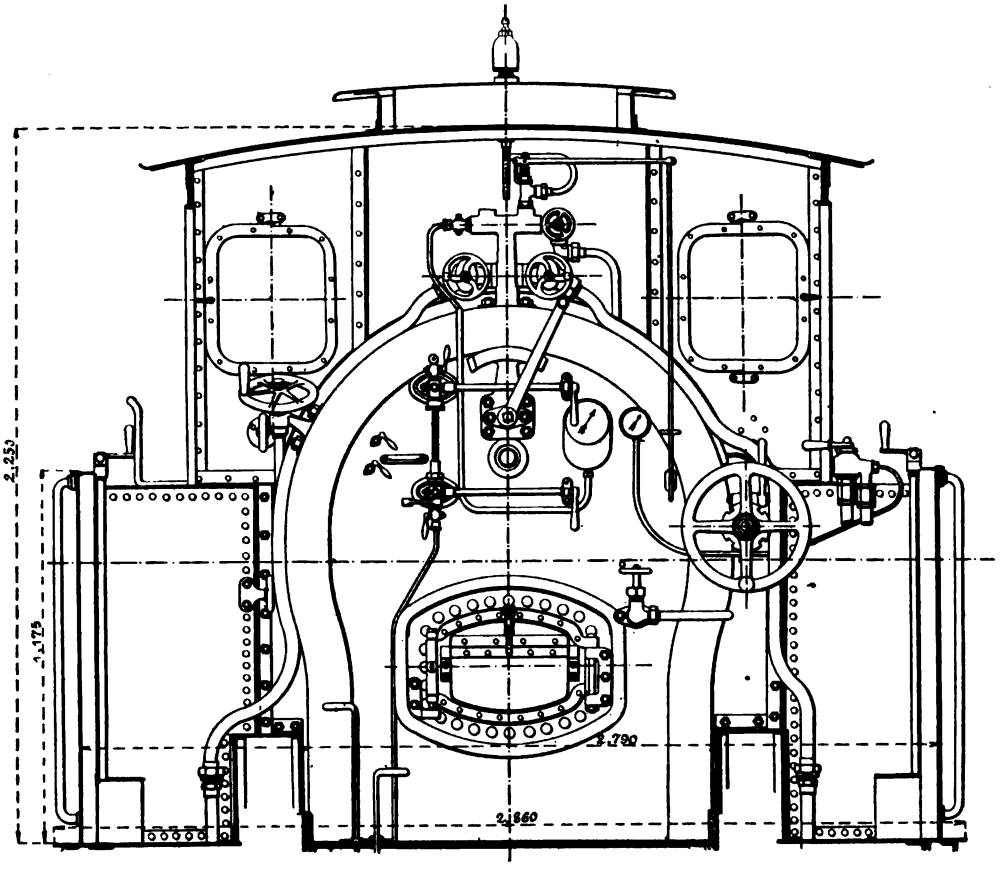


Fig. 891. — Dispositin de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives de banlieue (série 3541 à 3572) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

L'examen de ces figures montrera les différentes positions qui sont données aux organes importants et à leur groupement relatif, par exemple à la manette du régulateur, au changement de marche, au robinet du frein, aux appareils de sûreté, de graissage et d'alimentation, à la robinetterie, etc. ; on verra avec quel soin on a, dans chaque cas, étudié ce groupement de manière que ces organes et les différents volants de manœuvre ou robinets soient facilement accessibles des agents sans qu'ils aient, autant que possible et surtout en ce qui concerne le mécanicien, à quitter leur poste ordinaire de marche.

La disposition des abris et appareils d'arrière se rattache à deux grandes divisions suivant que les agents du service se trouvent placés entre les couvre-roues arrière, ou qu'ils disposent au contraire d'une large plate-forme, s'étendant de part et d'autre jusqu'à la rampe. La première disposition ne se rencontre naturellement que dans les machines à grande vitesse dont les couvre-roues s'élèvent presque jusqu'à la hauteur de l'axe de la chaudière,

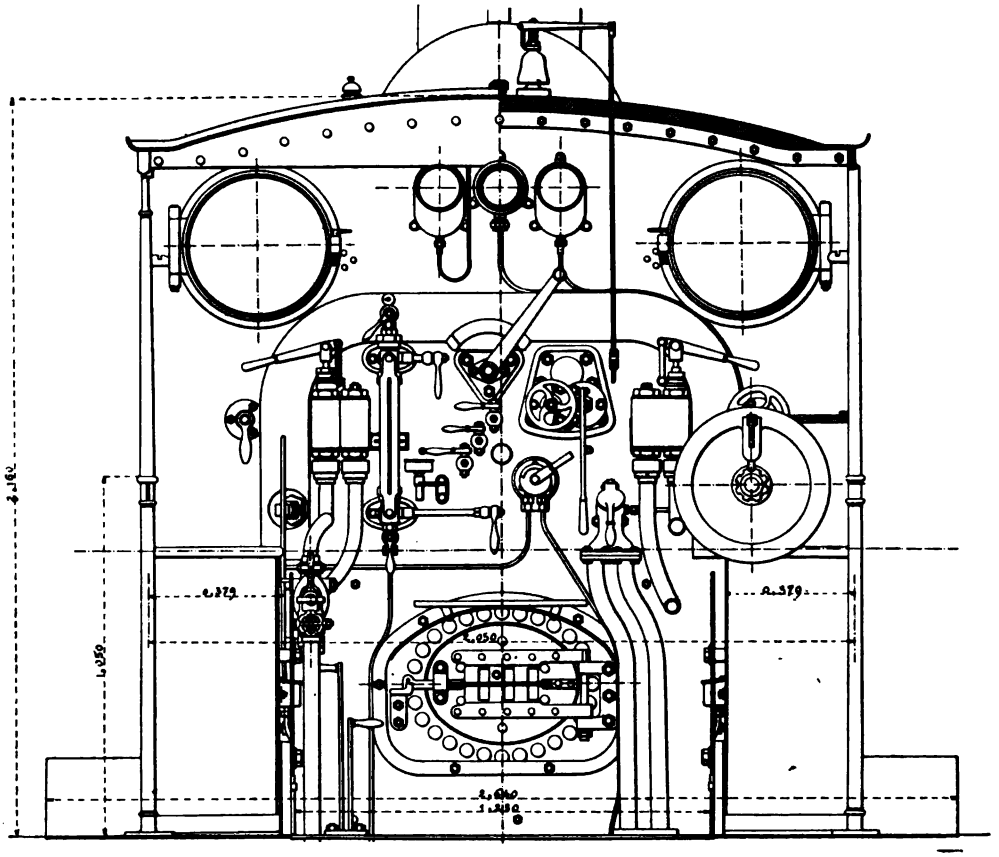


Fig. 892. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives compound à grande vitesse (série 2121-2157) du *Chemin de fer du Nord.*

ou dans les machines-tenders quand les caisses à eau se prolongent jusqu'à la traverse arrière.

346. Abris comportant des couvre-roues ou des caisses à eau, prolongés vers l'arrière. — Nous donnerons quelques exemples typiques de cette disposition, classique et uniquement employée en Angleterre, et que l'on retrouve sur les récentes locomotives à grande vitesse des Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord* et du *Midi*.

Locomotives à grande vitesse, à bogie (série 963-990*), des Chemins de fer de*

l'Ouest (fig. 890). — Les appareils sont très bien groupés et l'ensemble, quoique très complet, présente un aspect de grande simplicité. Le régulateur, à manette verticale, est au centre, le manomètre du côté du mécanicien, le tube et les robinets de niveau, à gauche. Le changement de marche est placé sur le couvre-roues de droite et surmonté du robinet de manœuvre du frein à air. Le mécanicien peut atteindre facilement de son poste, placé en face de la lunette de droite, les principaux organes de commande.

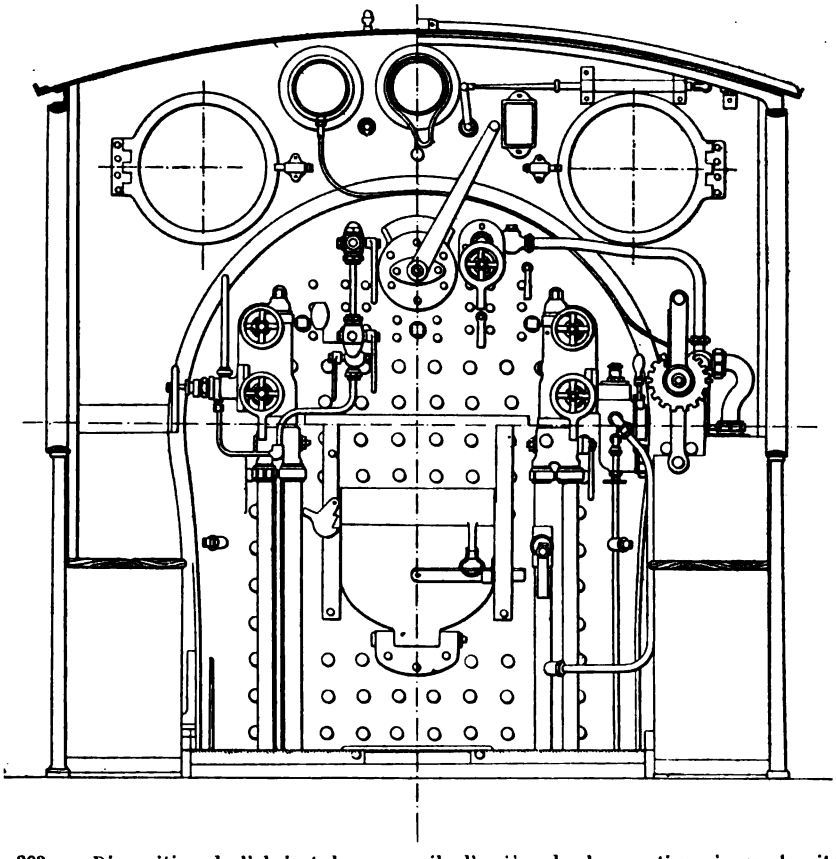


Fig. 893. — Disposition de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à grande vitesse du *Midland Railway*.

Les prises de vapeur auxiliaires se font sur une petite colonnette spéciale placée à l'intérieur de l'abri. Les injecteurs, du type Sellers, sont placés au-dessus des couvre-roues.

Les lunettes sont rectangulaires et peuvent tourner autour de leur axe vertical médian.

La porte du foyer est du type à déflecteur, le levier de manœuvre étant placé à la main du mécanicien.

Locomotives-tenders de banlieue (*type* 3 500) *des Chemins de fer de l'Ouest*

(fig. 891). — Cette disposition présente les mêmes particularités que la précédente, sauf quelques modifications provenant de ce que l'abri est moins large à sa partie supérieure.

Les injecteurs, du type Friedmann, sont reportés sous l'abri. La porte du foyer est du type Kitson.

Locomotives compound à grande vitesse (*série* 2 121-2 157) *du Chemin de fer du Nord* (fig. 892). — Disposition analogue aux précédentes.

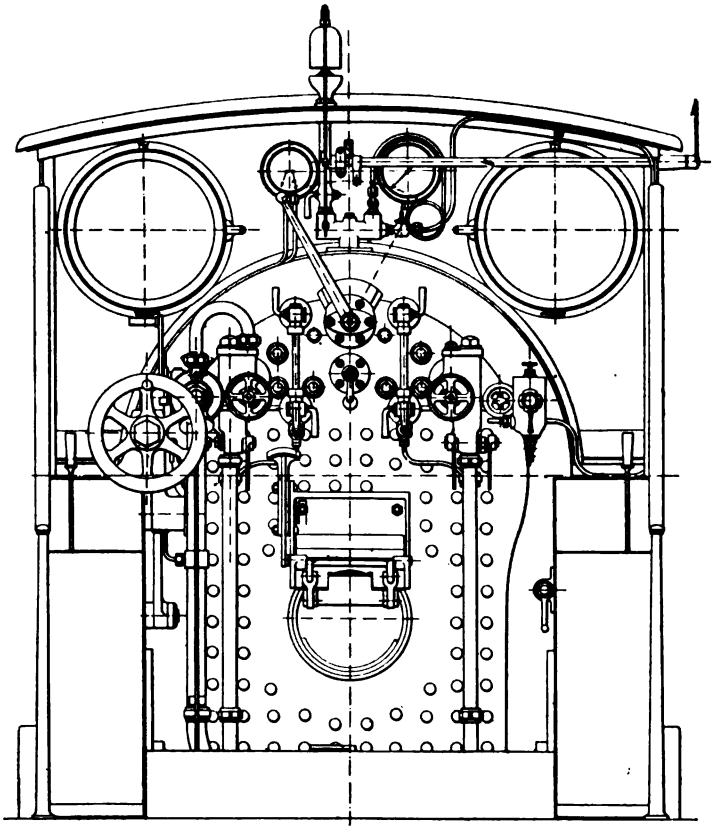


Fig. 894. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à grande vitesse du *Lancashire and Yorkshire Railway.*

Les boîtes des clapets de prise de vapeur et de refoulement des injecteurs sont placées, de part et d'autre, sur la face arrière de la chaudière.

Les manomètres, au lieu d'être situés comme dans les machines françaises sur la face arrière de la chaudière, sont fixés, ainsi qu'il est toujours d'usage en Angleterre, à l'intérieur de l'abri au-dessus de la chaudière. Nous préférons cette disposition dans laquelle les manomètres sont plus à la vue du mécanicien.

Lunettes circulaires mobiles autour de charnières extérieures.

Locomotives à grande vitesse et à roues libres du Midland Railway (fig. 893). — Disposition typique anglaise, d'ailleurs très simple. Le régulateur à manette verticale est placé au centre ; la manœuvre à vis du changement de marche, commandée par une manivelle, est placée sur le couvre-roues de droite.

Les injecteurs, du type Gresham, sont situés verticalement, de part et d'autre, contre la face arrière de la chaudière, leur prise de vapeur et leur refoulement s'opérant par la tubulure qui les fixe contre cette façade.

Porte de foyer du type Johnson; lunettes circulaires mobiles autour de charnières extérieures. Les manomètres sont placés sur la tôle avant de

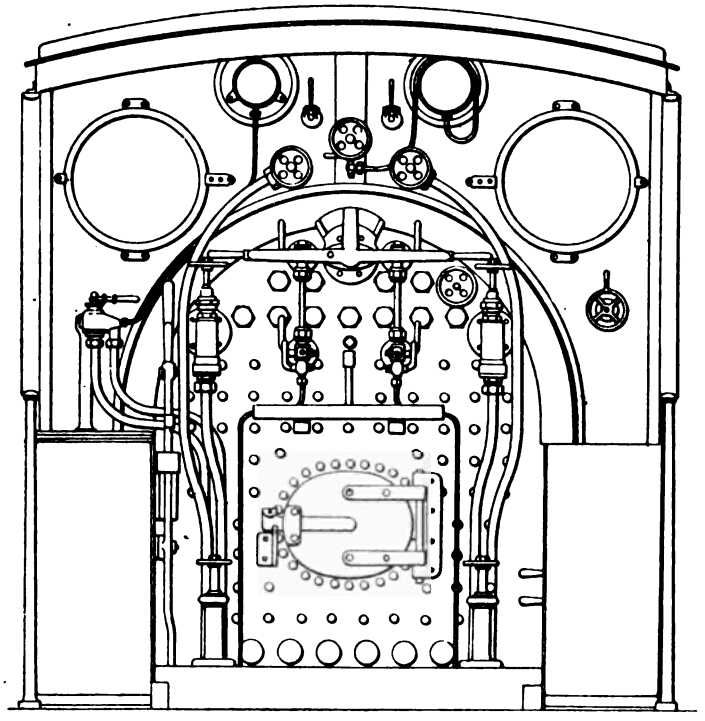
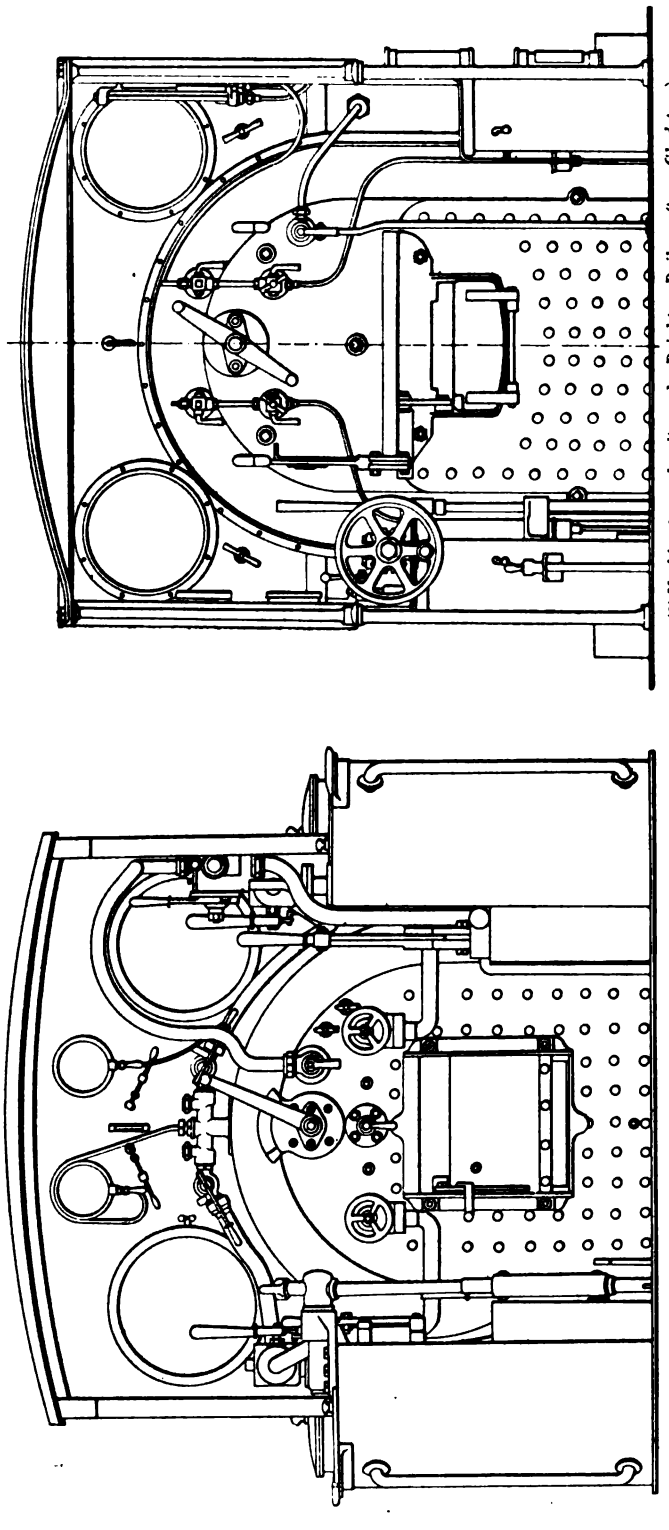


Fig. 895. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à grande vitesse du *Great North of Scotland.*

l'abri, à l'intérieur. On remarquera que la face arrière de la chaudière n'est pas recouverte, comme dans les machines françaises, d'une enveloppe en tôle; les têtes d'entretoises sont apparentes. Cette disposition ne conviendrait pas dans les climats chauds, ou avec des abris très profonds, à cause du rayonnement qui pourrait gêner le personnel.

Locomotives à grande vitesse du Lancashire and Yorshire Raiway (fig. 894). — Cette disposition est une variante de la précédente. Le changement



(2) Machine à grande vitesse du *Brighton Railway* (type *Gladstone*).

(1) Machine-tender du *Taff Vale Railway*.

Fig. 896. — Disposition intérieure des abris et des appareils d'arrière de locomotives anglaises.

de marche est reporté à gauche qui est le côté du mécanicien sur le réseau considéré.

On a disposé, comme il est fréquent en Angleterre, deux tubes de niveau placés symétriquement par rapport au plan longitudinal médian.

La porte du foyer est du type à déflecteur. Les lunettes sont circulaires, de très grand diamètre, et peuvent tourner autour d'un axe vertical.

Locomotives à grande vitesse du Great North of Scotland (fig. 895). — Le régulateur est du même type que dans les machines précédentes, mais la manette de manœuvre est horizontale et à deux branches. Le mécanicien se tient sur le côté gauche où se trouvent le levier de changement de marche, et le robinet du frein.

Les injecteurs sont placés sous la plate-

forme, mais leur refoulement s'opère par des boîtes à clapets situées sur la face arrière de l'abri.

Il y a deux tubes de niveau disposés symétriquement.

Les lunettes sont circulaires et de très grand diamètre ; elles sont mobiles autour de charnières verticales.

Locomotives à grande vitesse du London Brighton (fig. 896). — La disposition des appareils est d'une remarquable simplicité. L'abri est des plus étroits.

Manette du régulateur à double branche; changement de marche à vis placé à gauche. Porte à déflecteur ; doubles tubes de niveau d'eau ; lunettes circulaires, fixes. Les manomètres sont placés dans le sens de la longueur, contre la joue intérieure de l'abri, du côté droit.

Locomotives-tenders du Taff Vale Railway (fig. 896). — La plate-forme est comprise entre les caisses à eau prolongées sur l'arrière. Au centre, la manette du régulateur verticale; à droite, le levier de changement de marche et les appareils de manœuvre du frein à vide ; à gauche, la manœuvre du frein à vis.

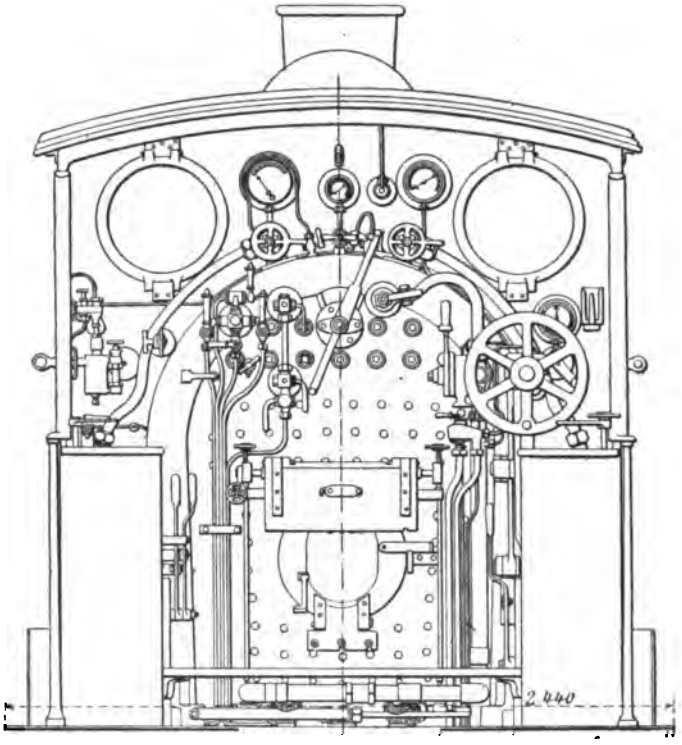


Fig. 897. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à voyageurs du *Great Eastern Railway*, disposées pour brûler du pétrole.

Les injecteurs sont disposés horizontalement au-dessus des caisses à eau ; la prise de vapeur se fait dans une colonnette placée au-dessus du foyer, à l'intérieur de l'abri ; leur refoulement s'opère à l'intérieur de boîtes à clapets disposées sur la façade arrière de la chaudière.

Les manomètres sont placés sur la tôle avant de l'abri à l'intérieur.

Locomotives à grande vitesse du Great Eastern Railway (fig. 897). — La disposition des appareils est sensiblement la même que dans les types précédents ; mais la complication apparente est plus grande, par suite de l'addi-

tion, sur les machines de la série considérée, des appareils Holden destinés à brûler le pétrole et dont nous avons parlé ailleurs.

Le changement de marche, à vis, est placé à droite ; la manette du régulateur est à double branche ; les injecteurs sont placés sous la plate-forme et leur prise de vapeur se fait à l'aide de tubulures séparées placées à la partie haute de la boîte à feu, dans l'abri.

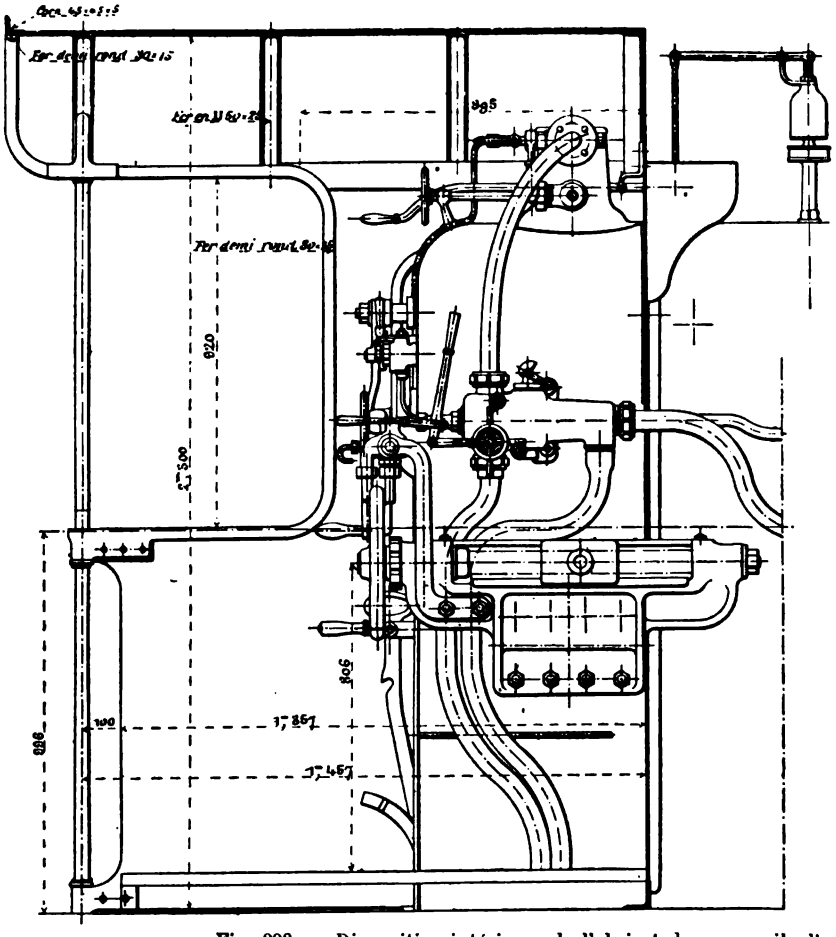


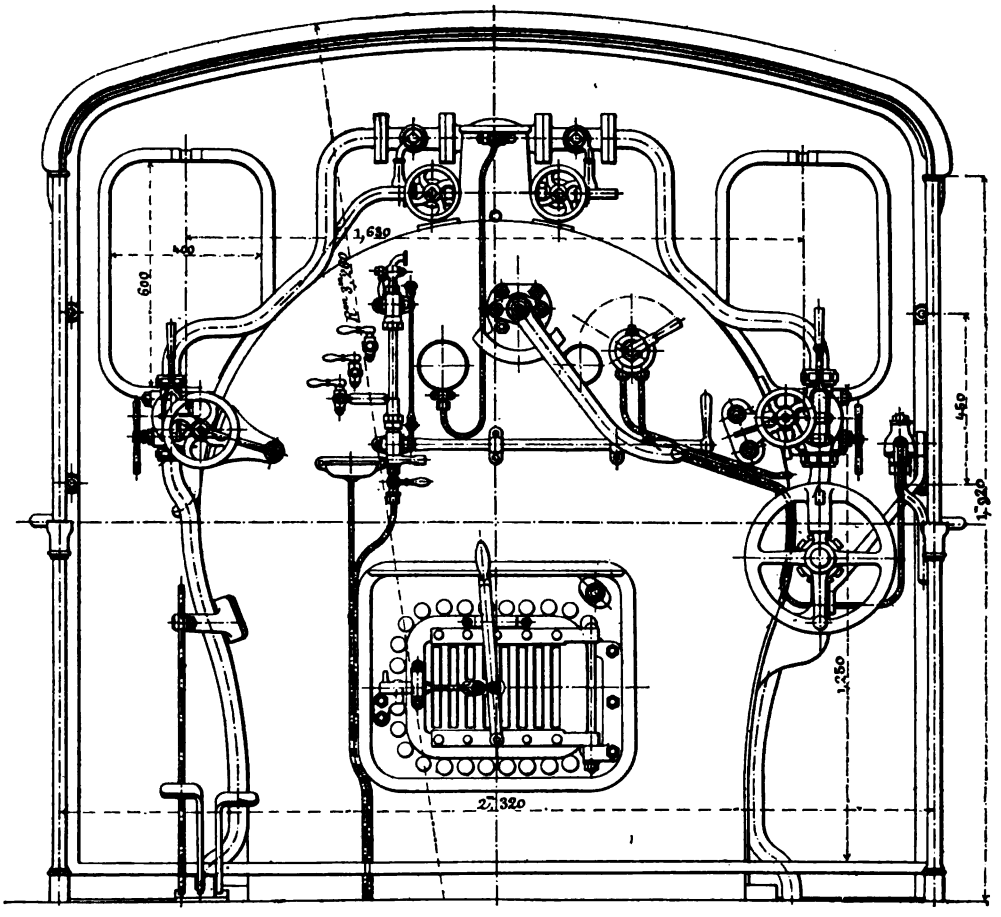
Fig. 898. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière

347. Abris s'étendant sur toute la largeur de la plate-forme placée à l'arrière ou au-dessus des roues accouplées. — Les dispositions de ce genre présentent plus de variété que les précédentes, le plus grand espace disponible permettant un nombre plus grand de combinaisons. Nous en verrons quelques exemples.

Locomotives à marchandises (série 3 001-3 015) *des Chemins de fer de l'Est* (fig. 898). — Le régulateur est à tringle de manœuvre intérieure, agissant

par rotation, et la manette est comme précédemment sur la face arrière du foyer; mais l'axe de la tringle est légèrement déporté, et la manette, infléchie vers le bas, est incurvée du côté du mécanicien de manière qu'il puisse facilement l'atteindre quand il se trouve à son poste en face du changement de marche. Celui-ci est à vis et porté par un bâti boulonné à la boîte à feu.

Les injecteurs, du type Sellers, sont placés de part et d'autre contre la boîte



des locomotives à marchandises (série 3001-3015) des *Chemins de fer de l'Est*.

à feu; la prise de vapeur s'opère à l'intérieur d'une colonnette spéciale placée au-dessus du foyer.

Le robinet de manœuvre du frein à air est fixé à la joue intérieure de l'abri près du changement de marche.

De son poste le mécanicien, sans changer de place, peut commander : le régulateur, le changement de marche, le robinet du frein, la sablière à vapeur, le souffleur, un des injecteurs, les robinets du tube de niveau.

Locomotives à grande vitesse et à bogie (série B, 111-400*) des Chemins de fer P.-L.-M.* (fig. 899). — L'abri présente une très grande largeur ; la face avant est composée de deux parties formant entre elles un angle aigu dont le sommet est dans le plan médian de la machine, disposition adoptée pour diminuer la résistance de l'air. Des registres à main, commandant la venti-

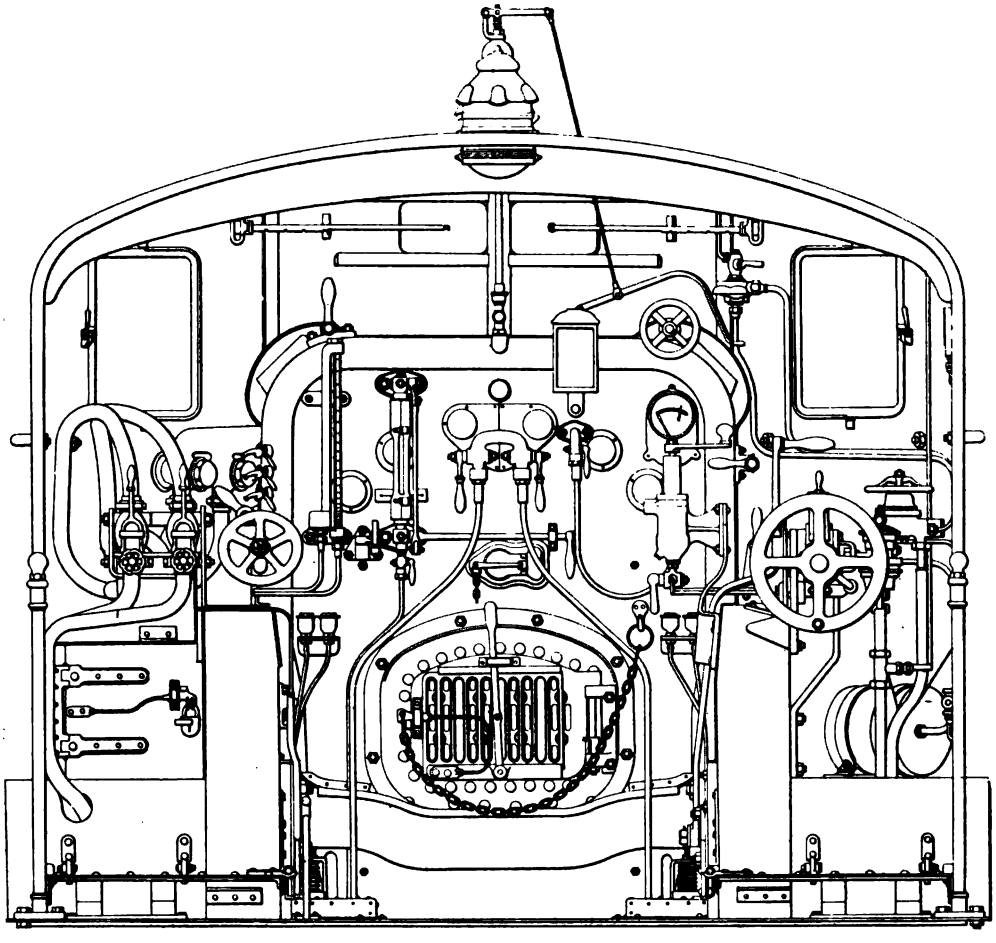
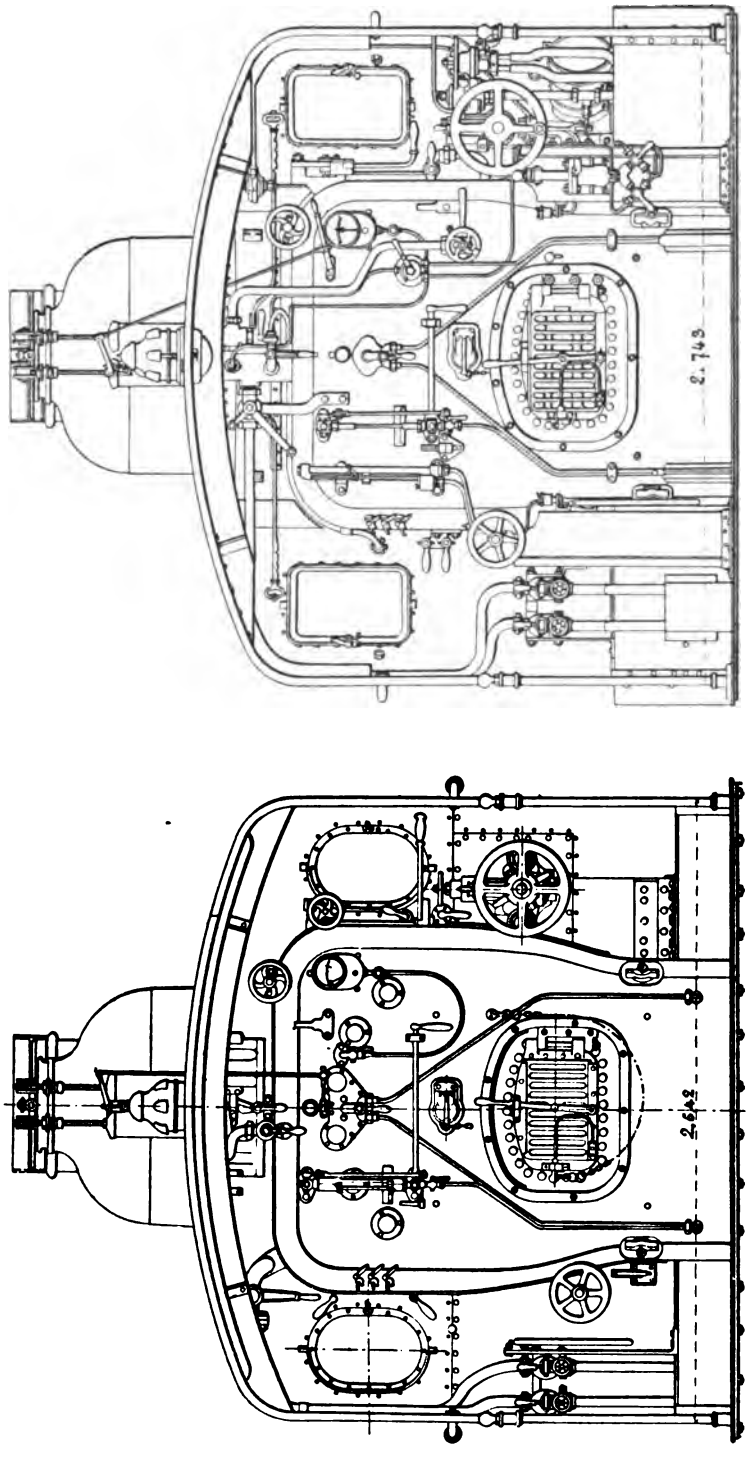


Fig. 899. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à grande vitesse (série B. 111-400) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

lation intérieure de l'abri, sont placés sur les faces avant au-dessus de la boîte à feu. Les lunettes sont rectangulaires et mobiles. Le changement de marche est porté par un bâti spécial et fixé au couvre-roues arrière qui pénètre à l'intérieur de l'abri sans le limiter latéralement. La manette du régulateur, qui commande une tringle extérieure mobile dans le sens de sa longueur, est reportée verticalement contre le changement de marche, sur la droite. A gauche se trouve le robinet de commande du frein à air. Les appareils principaux sont groupés d'une manière compacte.



(2) Locomotive, à grande vitesse (nos C-21-60).

(1) Locomotives à huit roues accouplées (nos 3 211-3 300).

Fig. 900. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière ; locomotives des *Chemins de fer P.-L.-M.*

Les deux injecteurs, du type Sellers, sont, comme maintenant dans toutes les machines de P.-L.-M., reportés en couple du côté du chauffeur où

se trouvent aussi le volant du jette-feu, le tube de niveau et l'indicateur de vitesse.

A droite, se trouve un graisseur mécanique à main servant à la lubréfication des tiroirs et des cylindres.

Locomotives compound à grande vitesse (*série C* 21-60) *des Chemins de fer P.-L.-M.* (fig. 900) (2). — Constitue une variante de la disposition précé-

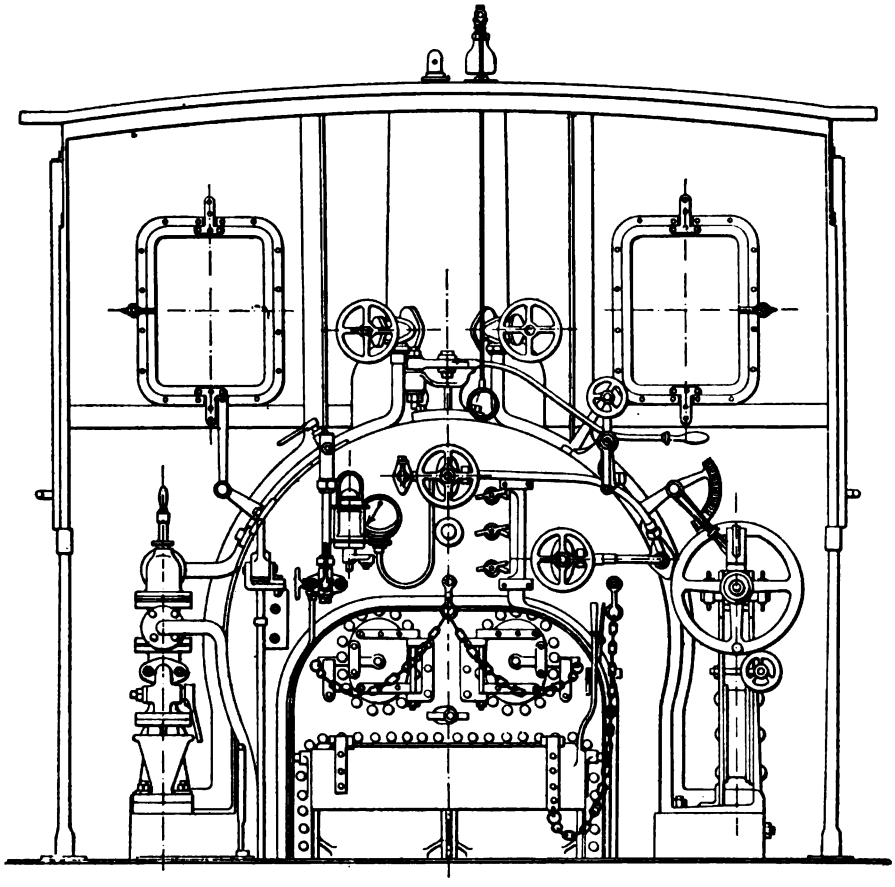


Fig. 901. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à grande vitesse (série 265-360) du Chemin de fer de *Paris à Orléans*.

dente. Le levier de commande du régulateur affecte la disposition inverse, la manette se trouvant en bas; le levier est placé contre la paroi verticale de la boîte à feu.

Le mécanicien, placé en face de la lunette de droite, sans quitter son poste, peut commander le régulateur, le changement de marche, le robinet de manœuvre du frein, le graisseur des cylindres, la sablière à vapeur, le sifflet, les robinets du tube de niveau, etc.

Locomotives à huit roues couplées (*série* 3 211-3 300) *des Chemins de fer P.-L.-M.* (fig. 900) (1). — Comme précédemment, les lunettes sont placées sur les côtés de la boîte à feu en raison de la hauteur de cette dernière.

La manette du régulateur est disposée horizontalement au-dessus du changement de marche, tout à fait sur le côté. Les injecteurs sont reportés à gauche, côte à côte, contre la rampe.

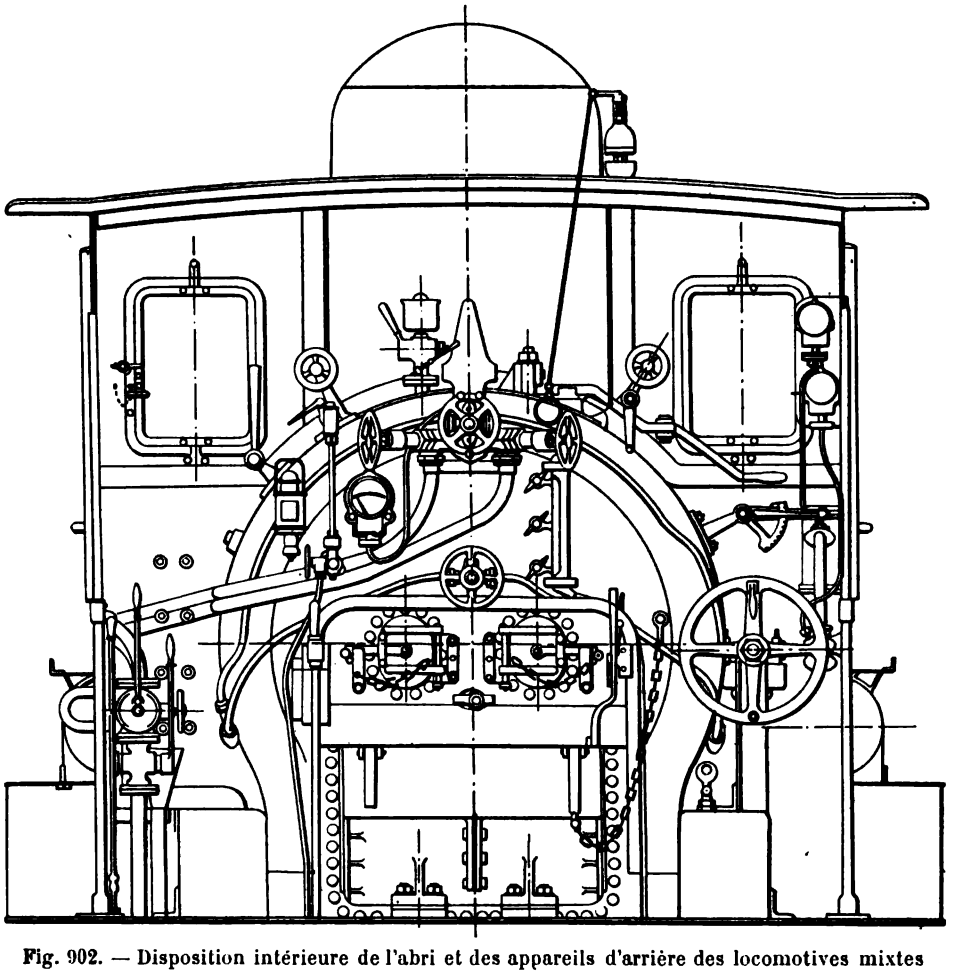


Fig. 902. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives mixtes à six roues accouplées (série 1825-1831) du *Chemin de fer d'Orléans.*

L'arrangement des organes est semblable à celui des deux machines précédentes, mais les appareils sont moins nombreux.

Locomotives à grande vitesse (*série* 265-360) *du Chemin de fer d'Orléans* (fig. 901). — La chaudière est très basse, ce qui a permis, sans surélever les lunettes, de rapprocher leurs axes.

La manette du régulateur affecte l'ancienne disposition Crampton ; elle

est placée transversalement à droite, au-dessus de la boîte à feu qu'elle contourne en partie. La manette est placée en face du milieu de la lunette de droite. Le changement de marche, supporté par un chevalet en tôle, est placé en dessous, ainsi que la commande de l'échappement variable.

L'injecteur est disposé verticalement à gauche où se trouvent aussi la manette des purgeurs, le tube de niveau et la commande du jette-feu. Les

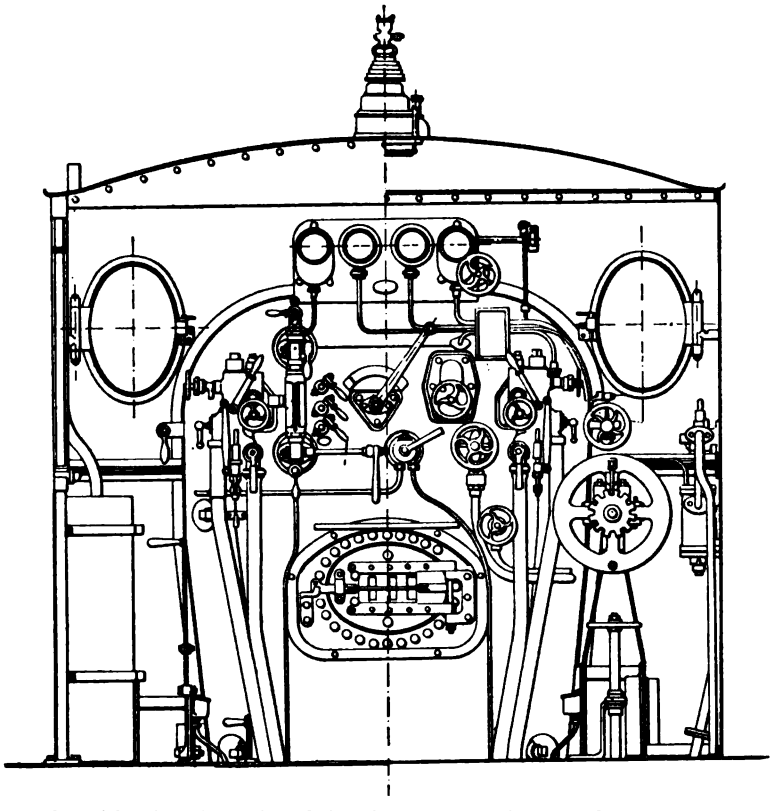


Fig. 903. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives compound à six roues accouplées et à bogie des *Chemins de fer du Midi.*

prises de vapeur auxiliaires se font à la base de la colonnette des soupapes ; leurs volants de commande sont bien visibles sur la figure.

Cette disposition est relative aux anciennes machines construites par M. Forquenot, et se trouve peu à peu modifiée dans le genre des machines plus récentes dont nous allons voir un exemple.

Locomotives à quatre essieux dont trois accouplés (*série* 1 825-1 831) *du Chemin de fer d'Orléans* (fig. 902). — Ressemblent beaucoup aux précédentes, toutefois la chaudière est de plus grand diamètre et placée plus haut. Les injecteurs du type E. Polonceau sont disposés horizontalement

contre la rampe. Les prises de vapeur auxiliaires se font dans une boîte spéciale que nous avons décrite plus haut et qui vient se fixer horizontalement sur la façade arrière de la chaudière.

Locomotives compound à six roues accouplées et à bogie des Chemins de

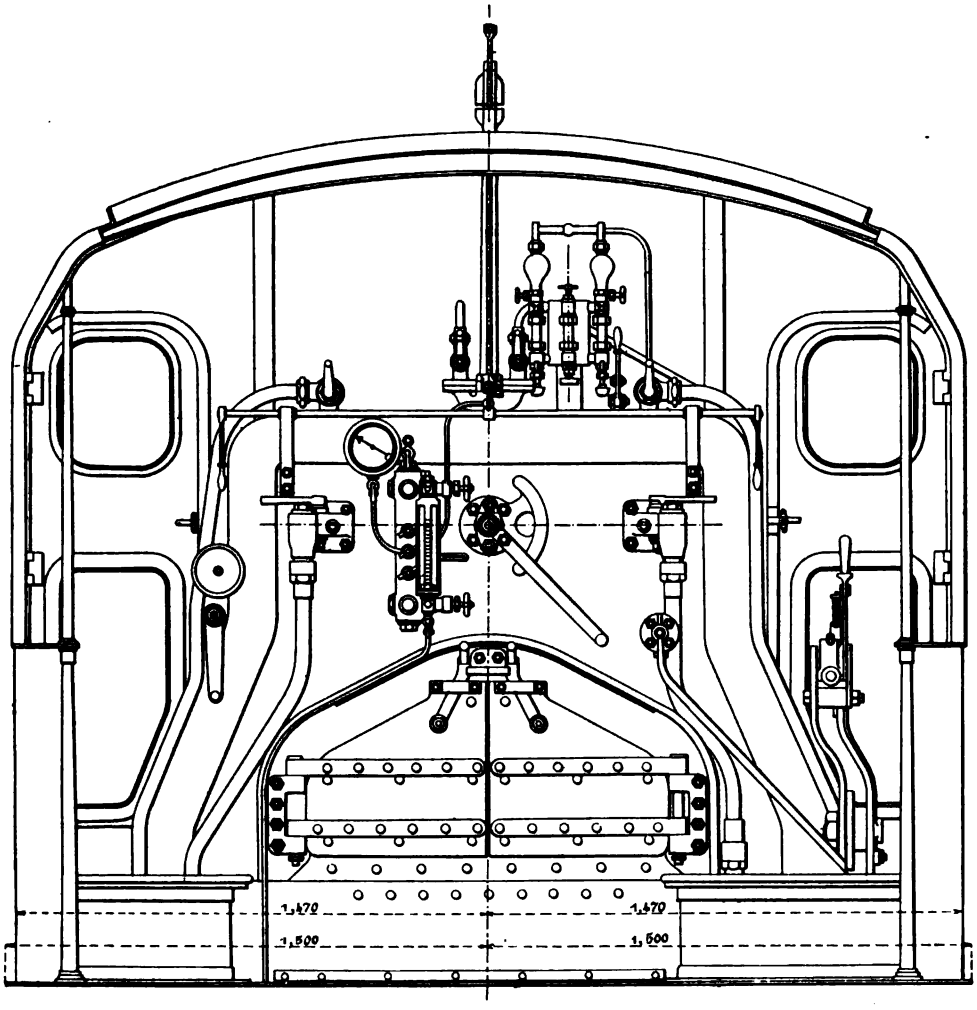


Fig. 901. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à grande vitesse de l'*État belge*.

fer du Midi (fig. 903). — C'est, à peu de choses près, l'adaptation de la disposition de la Société alsacienne des express compound du Nord (fig. 892) aux machines de la classe que nous étudions ; aussi ne méritent-elles pas de description spéciale. La principale différence consiste en ce que les injecteurs sont reportés verticalement contre la façade arrière de la chaudière.

Les manomètres sont montés sur un petit support spécial boulonné à la partie haute de la face arrière de la boîte à feu.

Locomotives à grande vitesse de l'Etat belge (fig. 904). — Cette machine possède un foyer élargi passant au-dessus des roues arrière qui donne, à la vue postérieure que représente la figure 904, un aspect tout spécial. L'abri est d'ailleurs très large, et la face avant est munie de portes dans lesquelles sont fixées les lunettes donnant accès, de part et d'autre, sur le tablier.

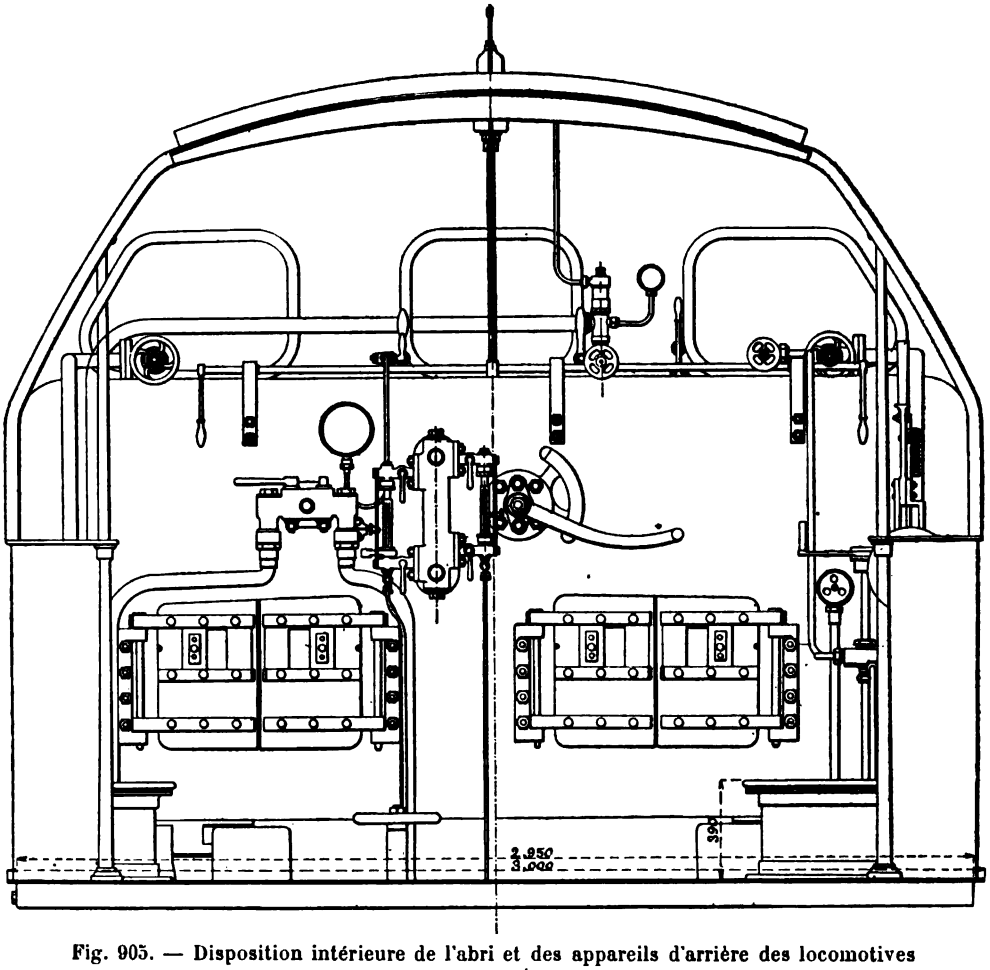


Fig. 905. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives du type 6 de l'*État belge*.

Le régulateur est à tringle de manœuvre intérieure, placé au centre ; mais la manette se trouve horizontale dans sa position moyenne et tournée vers la droite de manière à être placée à portée du mécanicien lorsqu'il se trouve à son poste. Le changement de marche est opéré par un système mixte à levier.

Le refoulement des injecteurs s'opère dans des boîtes à clapets placées sur le fond arrière de la chaudière. Le tube de niveau, disposition spéciale à l'Etat belge, est monté sur une clarinette qui porte aussi les robinets de jauge.

Le graisseur des cylindres à condensation est placé au-dessus de la boîte à feu.

La porte du foyer, à double battant et très vaste, est située à une très faible distance au-dessus du niveau de la grille.

Locomotives à quatre essieux dont trois accouplés (type 6) de l'État belge (fig. 905). — La boîte à feu, encore plus vaste que dans le type précédent, occupe toute la largeur de l'abri, rétréci vers le haut pour s'inscrire dans le gabarit.

Le régulateur est disposé comme dans la machine précédente. Le mécanicien se tient sur une marche surélevée afin de voir par-dessus la boîte à feu ; on a disposé, en plus des deux lunettes latérales, une lunette centrale qui facilite la visibilité des signaux.

Les injecteurs refoulent dans une double boîte à clapets montée du côté gauche sur la face arrière du foyer. Deux tubes de niveau, étagés, sont montés sur une clarinette à côté du régulateur.

En raison de la largeur considérable du foyer, on a disposé deux portes de chargement chacune à double battant. La porte de droite se trouve plus près de l'axe que la précédente, afin de ne pas gêner le mécanicien placé à son poste de service.

Locomotives à six roues accouplées et à boyie (série 2301-2304) des Chemins de fer de l'Ouest (fig. 906). — Ces machines comportent une chaudière volumineuse et placée très haut. On s'est proposé de faciliter néanmoins aux agents du service la visibilité des signaux, et la plate-forme se trouve surélevée. En plus des deux lunettes latérales (celle de gauche montée dans une porte donnant accès sur le tablier), on a placé au-dessus de la boîte à feu quatre lunettes mobiles. Grâce à cette disposition, le mécanicien, de sa place, peut voir à gauche par-dessus la chaudière, malgré la hauteur à laquelle se trouve cette dernière.

Vu le grand diamètre de la chaudière, on a placé la tringle du régulateur, intérieure, à quelque distance de l'axe de la chaudière vers la droite, afin que le mécanicien puisse l'atteindre sans se déplacer.

Injecteurs Sellers placés verticalement sur la façade arrière de la chaudière ; colonnette unique de prise de vapeur pour les appareils auxiliaires ; double tube de niveau, l'un d'eux remplaçant les robinets de jauge ; porte de foyer du type Kitson.

On a placé, de chaque côté, comme dans les fourgons, une glace oblique tournée vers l'arrière qui permet aux agents, sans se retourner, de voir la paroi latérale du train dans toute sa longueur.

Locomotives du New York, Lake Erie and Western Railroad (fig. 907). — Nous avons choisi cet exemple typique représentant la disposition la plus

usuelle aujourd'hui en Amérique, dans laquelle le mécanicien est placé sur le côté de la boîte à feu, et le chauffeur sur le tender. Cet abri est fermé sur tous les côtés, y compris sur la face arrière où se trouvent des portes

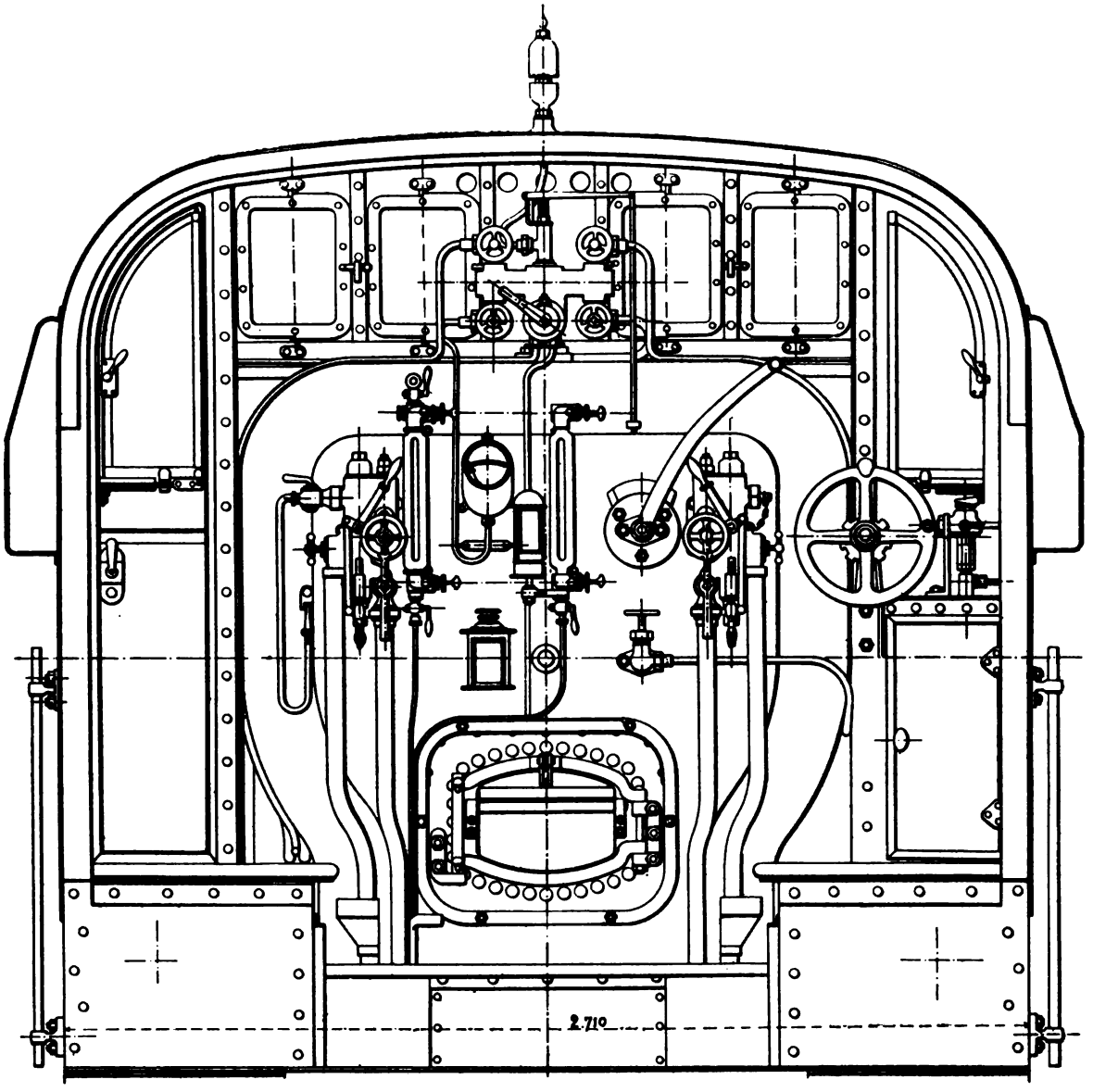


Fig. 906. — Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière des locomotives à six roues accouplées et à bogie (série 2301-2304) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

établissant la communication avec la plate-forme du tender. La façade arrière de l'abri est dans le même plan que celle de la boîte à feu.

L'abri est très large, et le mécanicien se trouve placé entre la boîte à feu et la face latérale de cet abri, disposition spéciale aux machines américaines

des types récents dans lesquels le foyer est très long et déborde l'essieu arrière. Tous les appareils de manœuvre sont groupés en conséquence de

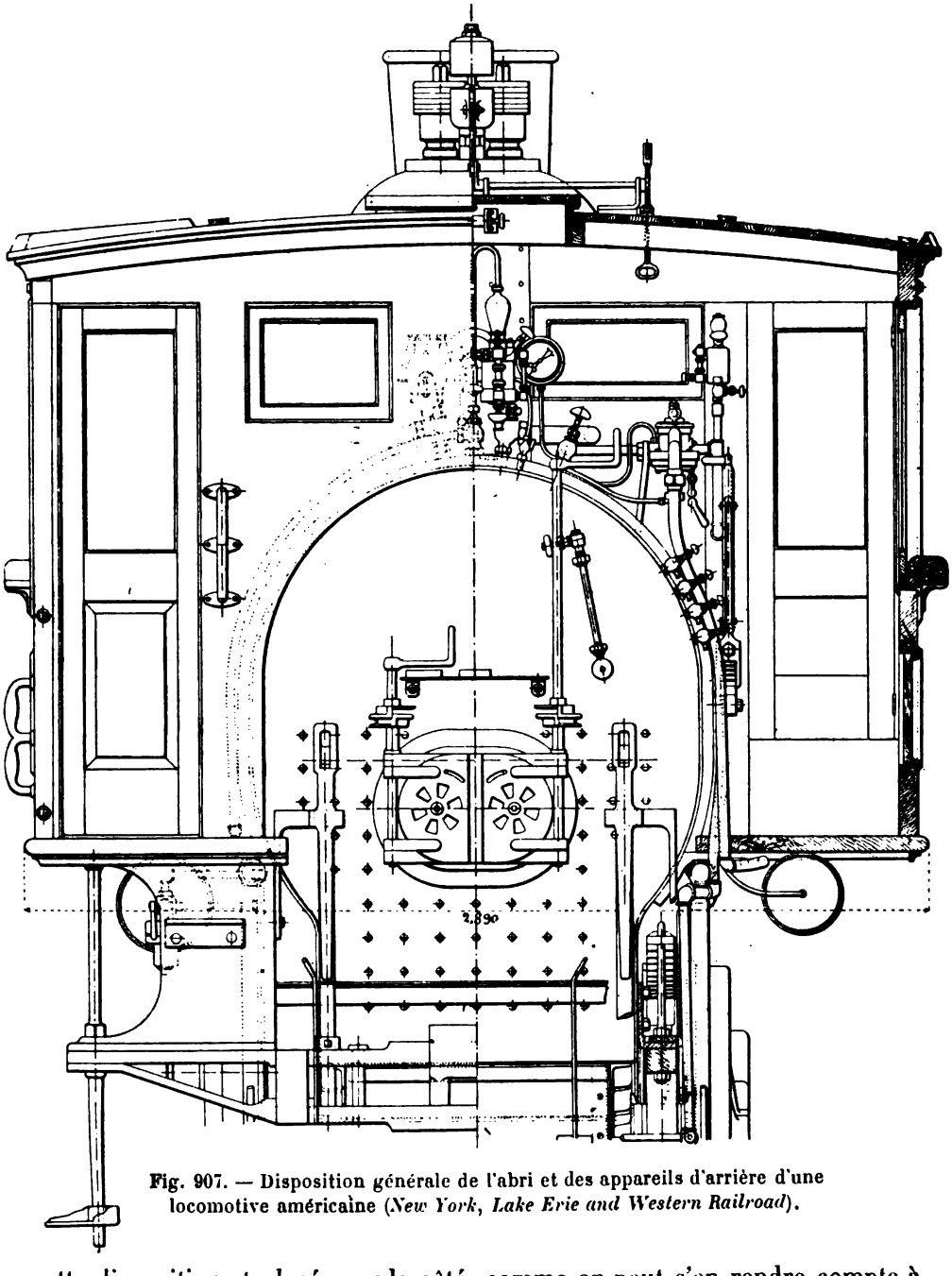


Fig. 907. — Disposition générale de l'abri et des appareils d'arrière d'une locomotive américaine (*New York, Lake Erie and Western Railroad*).

cette disposition et placés sur le côté, comme on peut s'en rendre compte à l'examen de la figure.

Le chauffeur n'a sous les yeux que le tube de niveau. Une des manœuvres

de la porte du foyer, à double battant, est à la main du mécanicien qui peut ainsi indiquer à son chauffeur le moment des charges. Comme dans toutes les machines américaines sans aucune exception, l'abri, de plain-pied avec le tablier, est surélevé et placé au-dessus des roues motrices et accouplées. On accède au tablier, de chaque côté, par une porte vitrée placée sur la face avant de l'abri, de part et d'autre de la boîte à feu. Des lunettes rectangulaires sont en outre placées dans la partie comprise entre ces deux portes au-dessus du foyer.

348. Appareils du frein. — Nous n'avons pas ici à décrire le fonctionnement du frein continu, pour lequel nous renvoyons aux ouvrages spéciaux; nous rappellerons simplement quels sont les systèmes le plus usités.

En France, l'emploi des freins à air comprimé est général; les Compagnies de l'*Ouest* et de l'*Est* ont adopté le frein Westinghouse; la Compagnie de *P.-L.-M.*, le frein Westinghouse-Henri, modérable; les Compagnies d'*Orléans* et du *Midi*, les chemins de fer de l'*État*, le frein Wenger; la Compagnie du *Nord* abandonne le frein à vide Smith et le remplace par le frein Westinghouse à action rapide; ce remplacement est en grande partie effectué sur le matériel à voyageurs, à l'heure où nous écrivons. En Angleterre, on emploie, en règle générale, le frein à vide automatique et modérable; à l'exception du *Brighton*, du *Great Eastern*, du *North Eastern* et des Compagnies écossaises qui ont adopté le frein Westinghouse. Ce dernier est aussi adopté par l'*État belge* et plusieurs grandes administrations du Continent.

Aux États-Unis, on n'emploie que les freins à air comprimé, Westinghouse ordinaire ou à action rapide, et le New-York Air Brake.

Les locomotives à voyageurs et leurs tenders et celles des machines à marchandises ou de fortes rampes qui sont appelées à effectuer plus ou moins exceptionnellement des services de voyageurs, sont munies du même système de frein à air que les trains qu'elles sont destinées à remorquer. Elles comportent en outre un frein à main agissant sur les mêmes sabots que le frein à air et destiné à suppléer à ce dernier dans le cas d'une avarie ou lorsque la machine n'est pas sous pression.

On n'emploie pour les locomotives que des freins à deux sabots du type ordinaire ou à cames. Ces freins, on le sait, sont proscrits pour les véhicules ordinaires parce qu'ils créent une pression longitudinale très grande des boîtes sur les plaques de garde, lesquelles n'ont pas, dans les voitures et wagons, la surface ni le degré d'ajustage nécessaires pour lui résister dans de bonnes conditions. En outre, il y a, lors de l'application de ces freins, formation d'un couple agissant sur le châssis, par l'intermédiaire des tiges de suspension, qui abaisse les véhicules dans le sens de la marche si les sabots sont à l'extérieur des roues, et les relève si les sabots sont entre les roues.

Ce type de timonerie n'a pas d'inconvénients pour les locomotives dont les

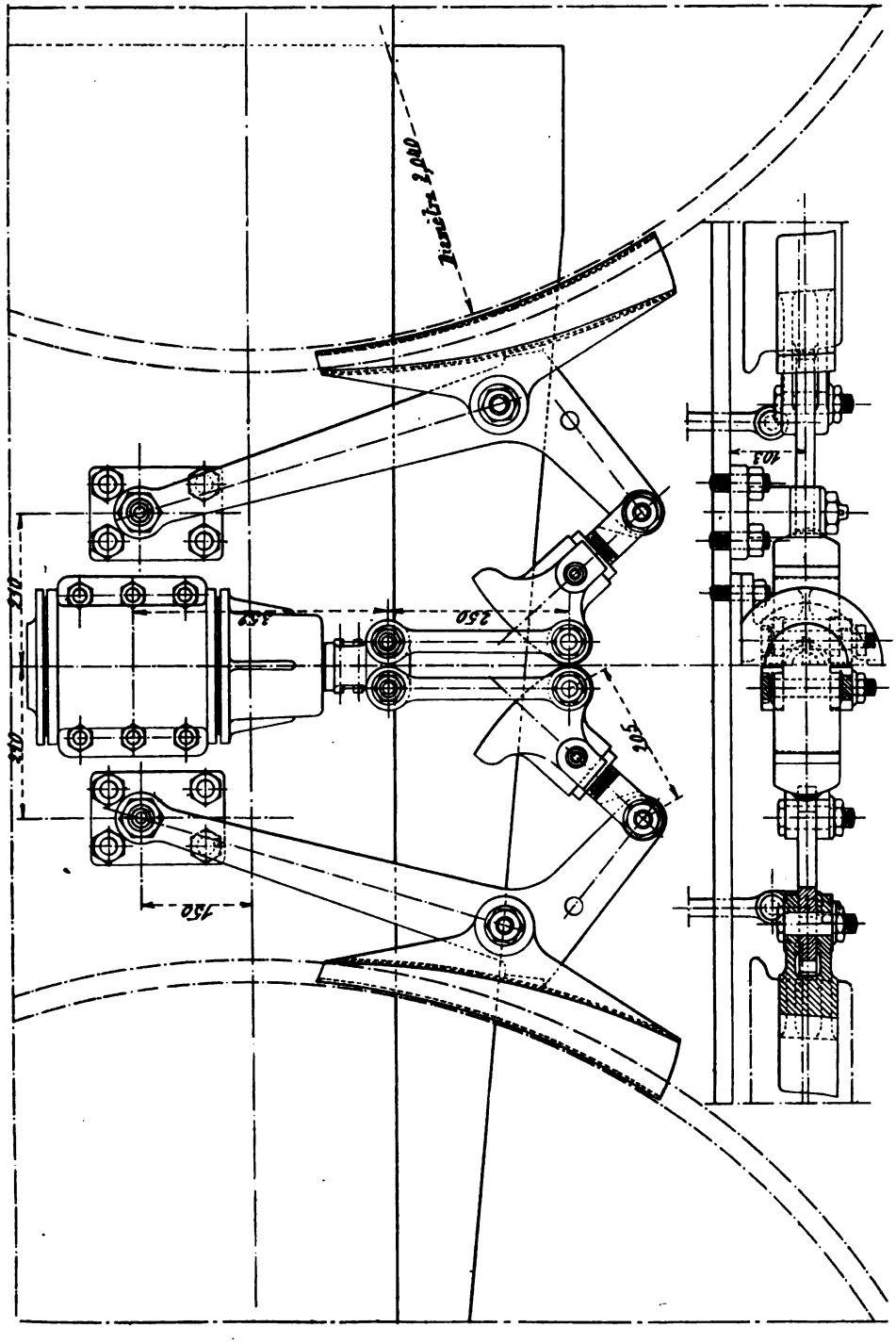


Fig. 908. — Montage d'un frein à cames (*Ouest*).

glissières de plaques de garde sont ajustées et étudiées en vue de résister

à des efforts longitudinaux plus considérables et dont les ressorts n'offrent pas une grande flexibilité ; pour cette application, les freins à deux sabots ont l'avantage de la simplicité.

On ne freine ordinairement que les roues accouplées, et si celles-ci sont placées à l'avant, on calcule l'effort maximum du frein de telle sorte qu'il ne puisse jamais amener le calage complet dans les circonstances les plus défavorables et quand l'adhérence est minimum. En règle générale, on ne freine pas les roues directrices. Toutefois, depuis peu d'années, les Américains, afin de ne pas perdre, dans les machines à bogie, pour l'arrêt du train, l'effort retardateur correspondant à la charge de deux essieux et pouvant se monter à 19 ou 20 t., ont commencé à freiner les roues des trucks des machines express. M. Buchanan, ingénieur en chef du *New York Central*, est, croyons-nous, un des premiers qui aient réalisé cette innovation hardie dont nous ne pouvons encore dire si elle restera à l'état d'exception ou deviendra bientôt une pratique courante, bien que nous inclinions vers cette dernière opinion.

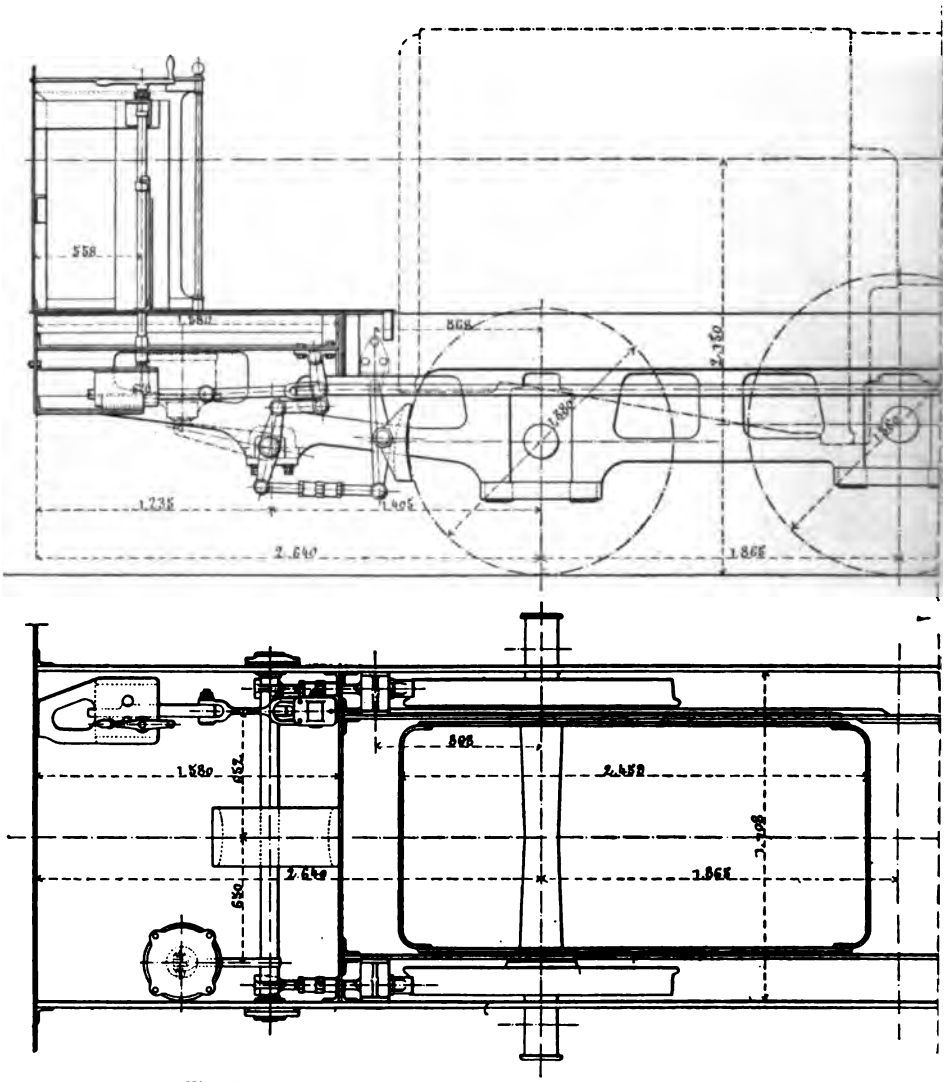
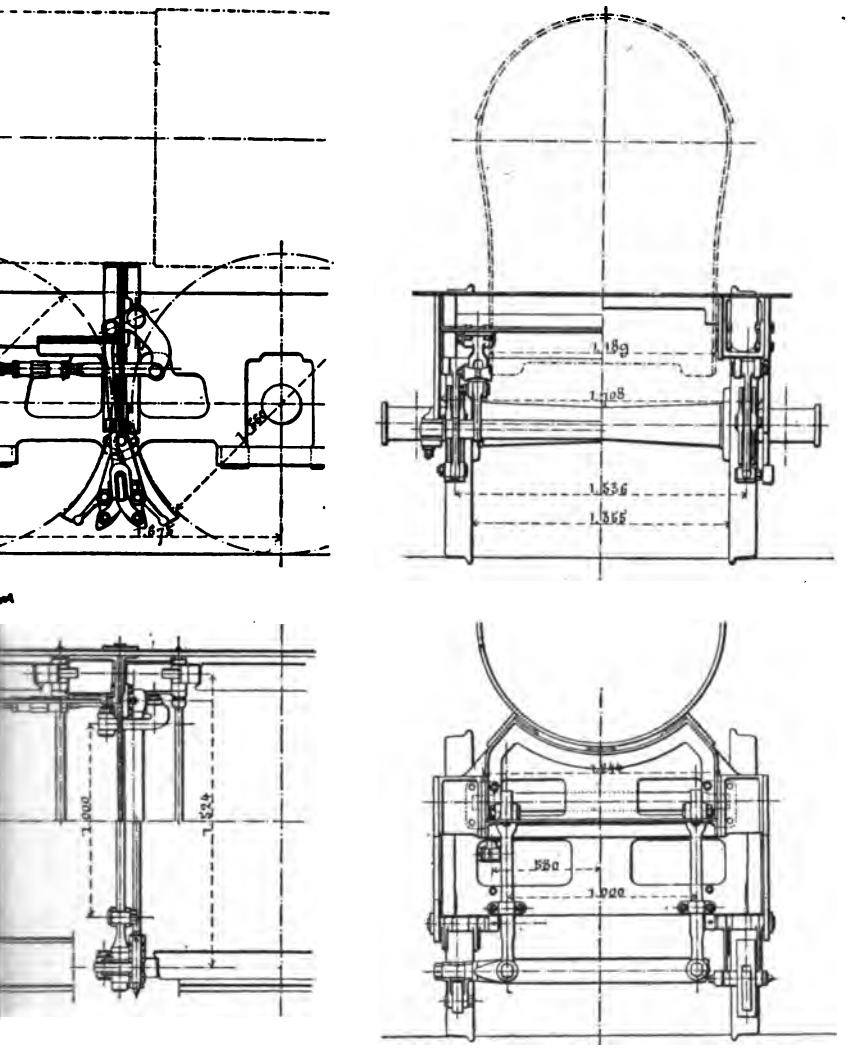


Fig. 909-910. — Disposition générale d'une timonerie de frein. Locomotives

Dans les locomotives à quatre roues accouplées on emploie le frein à cames (fig. 908) si les roues sont suffisamment rapprochées ; dans tout autre cas et pour les locomotives ayant plus de deux essieux accouplés, on emploie le frein ordinaire avec sabots en avant des roues (fig. 8) ou plus rarement en arrière (fig. 909-910).

Dans les machines à six roues accouplées, on dispose ordinairement un sabot pour chaque roue ; mais, dans quelques machines à huit roues accouplées, on ne place de sabots qu'à deux paires de roues. On emploie parfois des combinaisons du type ordinaire et du système à cames (fig. 909-910).

En France, les machines à marchandises qui n'ont pas le frein à air n'ont pas non plus de frein à main; on compte sur le frein du tender ou sur la contre-vapeur. En Angleterre, les locomotives comportent généralement un frein à vapeur ; ce système a été appliqué aussi en France par la Compagnie de l'*Est* en particulier.



de banlieue (type 729-742) des *Chemins de fer de l'Est.*

Les locomotives-tenders ont toujours un frein, mécanique ou à main.

Le cylindre du frein agit sur un gros arbre transversal placé ordinairement à l'arrière et que commande aussi le frein à main. Des bielles longitudinales commandent les sabots.

Le petit-cheval se place verticalement soit en un point quelconque au-dessus du tablier, soit sur un bâti en fonte vertical boulonné au longeron,

soit sur le côté de la boîte à fumée (fig. 58), soit sur la face avant de l'abri (fig. 30) ou des caisses à eau dans les machines-tenders.

Quelques constructeurs américains, dans des types de machines récentes, placent la pompe du frein sous la chaudière, à l'intérieur des longerons, et boulonnent son bâti sur l'avant de l'entretoise formant support des glissières (fig. 220, 222). Cette disposition n'est possible que grâce à l'emploi de longerons formés de barres forgées et de chaudières très hautes.

Le réservoir principal peut occuper plusieurs dispositions et ses proportions varient avec l'emplacement qui lui est donné. Dans les locomotives ayant un essieu à l'arrière du foyer et par conséquent dans lesquelles la plate-forme est longue, on place le réservoir en travers entre les roues ; on augmente alors son diamètre pour qu'il ait un volume suffisant, bien que sa longueur soit réduite à un mètre environ. C'est la position la plus avantageuse à tous les points de vue. Si la plate-forme arrière n'est pas assez longue, on peut encore placer le réservoir en travers sans modifier ses proportions, à l'avant des roues motrices, entre les longerons, mais il faut que les cylindres soient extérieurs ; c'est la disposition des locomotives de la Compagnie de *P.-L.-M.* (série B. 111-400) (fig. 18), et de beaucoup de machines américaines.

Dans les autres cas, on diminue le diamètre du réservoir auquel on donne une plus grande longueur, et que l'on place longitudinalement, soit au-dessus de la boîte à feu (*P.-L.-M.*, mach. 111-400), soit au-dessus ou au-dessous du tablier (*P.-O.* ; *État* ; machines allemandes). Ces solutions, imposées par le type de machines, sont moins élégantes que la première.

Dans la majorité des cas, le tuyau d'échappement du petit-cheval du frein monte à l'intérieur de la cheminée, à la partie supérieure de laquelle il aboutit ; la vapeur ne sort de ce tuyau qu'au-dessus de la cheminée et n'active pas le tirage pendant les stationnements, mais il en résulte, dans les gares, un bruit assez désagréable. Certaines administrations ont adopté des dispositions ayant pour effet de supprimer ce bruit ou tout au moins de le diminuer. La Compagnie de l'*Ouest*, par exemple, a appliqué deux dispositions. Dans l'une, l'échappement du petit-cheval aboutit à la partie inférieure de la culotte d'échappement, dans la boîte à fumée ; la section de la tuyère est trop grande pour que la faible quantité de vapeur qui s'échappe de la pompe puisse activer sensiblement le tirage pendant les arrêts. Dans l'autre, cette vapeur est envoyée dans le cendrier à l'intérieur duquel elle s'échappe par un tuyau transversal percé de trous ; cette disposition a aussi pour effet de rafraîchir les grilles. En Allemagne et en Suisse, on emploie souvent des boîtes silencieuses placées devant la cheminée, dans lesquelles se fait l'échappement, la vapeur en sort très détendue et presque sans bruit.

349. Peinture. — Les surfaces extérieures des locomotives sont recouvertes de peintures ayant pour but de protéger les parois métalliques de l'oxydation et d'améliorer l'aspect de ces machines. Ces peintures doivent être très soignées afin de résister à la fois à la chaleur ou aux intempéries et de supporter de fréquents nettoyages ; les diverses administrations ont en général adopté des tons et un type de peinture qui, appliqué à tout leur matériel, sert à le différencier de celui des réseaux voisins. Les peintures sont souvent rehaussées de filets encadrant les panneaux, qui accentuent les contours et rompent la monotonie des grandes surfaces. Les filets clairs (blancs ou crème) sont d'un meilleur effet que les filets foncés (rouge) et se ternissent beaucoup moins vite.

L'Angleterre, nous l'avons dit, est le pays où l'on attache le plus d'importance à ces peintures, qui y sont particulièrement soignées et compliquées et pour lesquelles on adopte fréquemment des couleurs très claires.

Pour se dispenser des frais qu'entraîne la peinture des machines, la Compagnie d'*Orléans* fait en laiton poli les enveloppes de la plupart de ses machines ; les Compagnies américaines et plusieurs administrations suisses ont adopté des enveloppes en tôle russe oxydée qui ne reçoivent aucune peinture ; mais, aux États-Unis tout au moins, on ne paraît pas généralement très satisfait de cette méthode et on parle de revenir aux tôles peintes qui constituent encore la meilleure solution connue.

Quoi qu'il en soit, le mode idéal de revêtement pour les surfaces extérieures des locomotives est encore à trouver. Les peintures les plus soignées changent de ton sous l'action de la chaleur [1], se cassent et s'écaillent ; leur entretien est assez coûteux. D'autre part, la couche d'oxyde des tôles russes est fort mince et peu adhérente ; elle s'use rapidement sous l'action du nettoyage ; la tôle une fois dénudée se rouille et se pique. Il faudrait, pour remplir efficacement le but cherché, une sorte d'émaillage, adhérent et dur, mis en place après coup pour permettre, sans s'écailler, le cintrage et l'emboutissage des tôles d'enveloppe.

En Angleterre, on peint et on vernit généralement les bielles et autres organes du mécanisme, sauf dans le voisinage des articulations ; le vermillon est presque uniquement adopté pour ces pièces. La Compagnie de l'*Ouest* a récemment expérimenté cette manière de faire. La peinture des organes du mécanisme passe pour simplifier et faciliter les nettoyages en empêchant l'oxydation des parties polies et pour déceler d'une manière très apparente les commencements de rupture, qui se manifestent par un éraillement et par des fissures de la peinture.

[1] A ce point de vue, on peut conseiller, nous le rappelons, de placer sous les tôles d'enveloppe une chemise en bois ou en ciment calorifuge dont l'effet isolant est plus marqué que celui d'une simple couche d'air.

Les opérations de la peinture des locomotives sont à peu près partout les mêmes; nous donnons, à titre d'exemple, les prescriptions, à ce sujet, des chemins de fer de *P.-L.-M.* et de l'*État français*.

Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. — Les faces en contact des pièces du châssis devant être rivées ensemble sont recouvertes, avant leur assemblage, d'une couche épaisse de peinture grasse au minium de plomb.

Châssis. Mécanisme. — Un nettoyage à sec de toutes les parties intérieures du châssis; une couche de peinture au minium de plomb.

Un nettoyage à l'essence de toutes les parties extérieures du châssis et de toutes les pièces du mécanisme qui ne doivent pas rester brillantes; une couche de gris.

Chaudière. — Un nettoyage à l'essence, une couche de peinture au minium de plomb.

Châssis. Mécanisme. — Deux couches de noir brillant sur toutes les parties intérieures du châssis ; deux enduits à la céruse, avec masticage, deux couches de teinte, un réchampissage, deux couches de vernis sur toutes les faces extérieures du châssis et sur les pièces du mécanisme qui ne doivent pas rester brillantes.

Traverse d'avant. — Une couche de gris, deux enduits à la céruse avec deux couches de teinte, un réchampissage, inscription des lettres et des chiffres, une couche de vernis.

Traverse d'arrière. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, une couche de noir.

Tampons. Attelages. — Un nettoyage à l'essence, un enduit à la céruse avec masticage, deux couches de noir brillant.

Tablier. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, une couche de noir.

Abri. Sur la face extérieure. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, une couche de *filling-up*, un enduit de mastic au vernis, un ponçage à l'eau, une couche de gris, un ponçage au papier de verre, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage, une couche de vernis à finir.

Sur la face intérieure. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, deux couches de noir brillant.

Couvre-roues. Face extérieure. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, une couche de filling-up, un enduit de mastic au vernis, une deuxième couche de filling-up, un deuxième enduit de mastic au vernis, un ponçage à l'eau, une couche de gris, un ponçage au papier de verre, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage, une couche de vernis à finir.

Sur la face intérieure. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, deux de noir brillant.

Essieux montés. Boîtes à huile. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris sur les axes et les centres, une couche de noir brillant sur les axes, deux couches de teinte sur les roues, deux couches de teinte sur les boîtes avec réchampissage, deux couches de vernis.

Ressorts. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, un enduit à la céruse sur la face supérieure de la maîtresse-lame, un ponçage au papier de verre, deux couches de teinte, un réchampissage, deux couches de vernis sur les ressorts apparents ;

Un nettoyage à sec, une couche de gris, deux couches de noir brillant sur les ressorts non apparents.

Enveloppe de la chaudière, du dôme, des cylindres, sablière. — Un nettoyage à l'essence, une couche de vernis coupé à l'essence, une couche de gris, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage, une couche de vernis à finir.

Devant du foyer. — Un nettoyage à l'essence, deux enduits à la céruse avec masticage, deux couches de noir brillant.

Cheminée. Porte de boîte à fumée. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, deux enduits à la céruse avec masticage, deux couches de noir, une couche de vernis.

Dessous du foyer. Cendrier. — Un nettoyage à sec, deux couches de noir brillant.

Les couleurs des teintes employées sont les suivantes :

Vert brillant pour roues ;

Vert dit de machine ;

Noir mat ;

Noir brillant ;

Rouge vermillon.

Les lettres et chiffres inscrits sur la traverse d'avant sont peints en blanc avec épaisseurs noires.

Les réchampissages sont formés d'une bande noire avec filet blanc sur la traverse d'avant, avec filet rouge sur les autres parties de la locomotive.

Les teintes, lettres, chiffres, réchampissages, sont d'ailleurs conformes aux spécimens remis par la Compagnie au constructeur et appliqués d'après les indications portées sur un état annexé à la nomenclature des pièces.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS. — Toutes les pièces destinées à être assemblées recevront, avant tout montage, une couche épaisse de peinture au minium de plomb sur les deux faces en contact.

La peinture de la machine et du tender comprendra les opérations suivantes :

1° *Avant le montage* de la chaudière et de la caisse à eau, pour toutes les parties intérieures du châssis de la locomotive et du tender, et toutes les pièces du mécanisme : un nettoyage à l'essence, une couche de gris.

2° *Après le montage*, pour toutes les parties extérieures très apparentes, telles que l'enveloppe de la chaudière, des dômes de vapeur et du sifflet, des cylindres et de la sablière ; les faces extérieures de l'abri, des couvre-roues, des rampes et des caisses à eau : un nettoyage à l'essence, deux couches de céruse à l'huile, cinq couches d'impression au filling-up, un masticage au vernis, un ponçage à l'eau, une couche de gris, un masticage à l'huile, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage et lettres, une couche de vernis anglais à finir.

Pour les roues, boîtes d'essieux et ressorts apparents. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, deux enduits à la céruse avec masticage, un ponçage au papier de verre, deux couches de teinte, une couche de vernis, un polissage, un réchampissage, une deuxième couche de vernis.

Pour les faces intérieures des rampes et abris, les faces intérieures des couvre-roues, la traverse d'arrière, le devant du foyer, les ressorts non apparents, les tampons, les attelages et les essieux montés. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, deux couches de noir brillant.

Les deux couches de noir brillant seront remplacées par deux couches de gris pour le ciel de l'abri.

Pour la cheminée, la porte de boîte à fumée. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, deux enduits à la céruse avec masticage, deux couches de noir, une couche de vernis.

Pour le bas du foyer et du cendrier. — Un nettoyage à l'essence, deux couches de noir brillant.

Pour le tablier. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, une couche de noir.

350. De l'interchangeabilité. — Les locomotives appartenant, sauf de rares exceptions, à des séries parfois fort nombreuses, il importe que tous les organes des machines de même type soient identiques entre eux et parfaitement interchangeables, afin de réduire les approvisionnements et de simplifier les réparations ou le montage des pièces de rechange. Tout organe d'une quelconque des locomotives doit pouvoir se monter sur toute autre machine de la même série sans subir la moindre retouche. C'est là un résultat que l'on obtient dans tous les bons ateliers et qui demande simplement une précision suffisante dans l'ajustage et le montage, la suppression aussi complète que possible du travail à la lime, l'emploi de la machine-outil pour le finissage des pièces et l'adoption du travail sur calibres. On a, dans ces dernières années, apporté beaucoup d'attention à cette intéressante question.

Cette interchangeabilité ne regarde que l'atelier et ne dépend que de la méthode de travail, du soin du personnel ou de la valeur de l'outillage. Il est un autre genre d'interchangeabilité sur lequel nous désirons maintenant attirer l'attention et qui, s'il n'est pas toujours possible à réaliser, ne doit pas moins être envisagé comme une source d'économie et de grande simplification dans le travail. Nous voulons parler de l'interchangeabilité de plusieurs des organes principaux, non plus seulement des machines des mêmes types, mais encore des locomotives appartenant à des séries différentes ; elle ne dépend pas uniquement de l'atelier ; il faut, pour la réaliser, que les machines soient aussi étudiées à cet effet.

Un tel système, si avantageux qu'il soit, ne saurait être évidemment d'une application générale ; en voulant le pousser trop loin, on en ferait une arme contre le progrès, un obstacle à l'esprit d'innovation et de recherche. Il n'est guère facile à suivre, dans son intégrité, que dans les pays où le matériel est fréquemment renouvelé, les perfectionnements s'introduisant tout d'un coup, par intermittences, lors des renouvellements entraînant à la fois la création de types perfectionnés ou renforcés répondant aux exigences du moment. D'autre part, il ne serait pas non plus avantageux de perdre tout à fait de vue le principe sur lequel il repose et de ne pas le faire entrer en ligne de compte parmi les données présidant à l'étude de nouveaux types.

Nulle part le principe de l'interchangeabilité générale n'a été poussé aussi loin que par certaines Compagnies anglaises. On peut considérer, croyons-nous ; M. F.-W. Webb, l'éminent ingénieur en chef du *London North and Western Ry*, comme le promoteur du système.

D'abord, on s'est attaché à assurer l'interchangeabilité des essieux, des roues porteuses, des boîtes à huile, de la robinetterie et des accessoires divers, puis celle des mécanismes, plus importante et plus difficile à réaliser. La plupart des Compagnies anglaises ont actuellement un type de mécanisme dont toutes les pièces, y compris les cylindres, s'appliquent à toutes les loco-

motives à grande vitesse, de banlieue ou de marchandises. D'autres sont même allées plus loin dans cette voie et ne construisent plus qu'un type de chaudière qui s'applique indistinctement à toutes les machines. Cette transformation radicale s'est effectuée peu à peu, par extinction des anciennes machines et par la création de types peu nombreux de locomotives, dénommés *standards*, étudiés de manière à comprendre le plus grand nombre d'organes communs, entièrement interchangeables d'un type à l'autre. Dans ces machines, la chaudière, le mécanisme, la plupart des appareils accessoires et la robinetterie sont strictement identiques. Tout le matériel neuf est construit conformément à ces *normes*, et les locomotives des anciens types qui ne peuvent recevoir comme rechanges les organes des nouveaux modèles sont mises à la réforme quand elles passent aux ateliers pour subir de grandes réparations. Un tel système n'a pu être appliqué dans toute sa rigueur qu'en sacrifiant l'ancien matériel souvent réformé avant terme; il entraîne une uniformisation très avantageuse du matériel, d'ailleurs plus facilement réalisable en Angleterre que partout ailleurs, en raison de la grande similitude existant entre les conditions d'exploitation des services de voyageurs et de marchandises — ce dernier effectué à l'aide de trains relativement légers et rapides — autrement dit à cause des différences peu accentuées existant entre les vitesses et les poids des deux catégories de trains. Il suppose que les locomotives affectées aux différents services doivent développer sensiblement le même travail et que les diamètres des roues motrices sont choisis de telle sorte que la vitesse des pistons reste sensiblement la même pour les différents types. Les avantages d'un tel système, on le comprend de suite, quand il est d'une application possible, sont évidents. Les différents emboutis des chaudières peuvent être fabriqués à la presse sur un très petit nombre de moules communs à tous les types; les ateliers peuvent se livrer d'avance à leur confection ainsi que celle des autres parties des chaudières et des machines, aux époques de travail peu abondant, ce qui permet de régulariser la marche des ateliers. Les cylindres sont fondus suivant un seul modèle; les pièces du mécanisme peuvent être fabriquées sur des calibres peu nombreux, ce qui assure l'exactitude de leurs dimensions et la rapidité de leur confection. Enfin le prix de revient des machines se trouve notablement abaissé par suite du très grand nombre d'organes semblables fondus, forgés et ajustés. Quant à la simplification des approvisionnements, du service des magasins et des commandes, il est, pensons-nous, inutile de la faire ressortir.

Cette interchangeabilité constitue pour toutes les Compagnies de la Grande-Bretagne un idéal que les unes ont pu atteindre complètement, mais que d'autres, par suite des nécessités de leur service, n'ont pu réaliser que partiellement; toutes y attachent d'ailleurs la même importance, à voir l'uniformité de plus en plus grande et le nombre sans cesse décroissant des types de

leurs machines. Nous en avons d'ailleurs parlé au Chapitre III de la Première Partie.

Nous donnerons des exemples frappants du résultat obtenu dans cette voie par deux Compagnies, celles du *Lancashire and Yorkshire* et du *Great Eastern* [1].

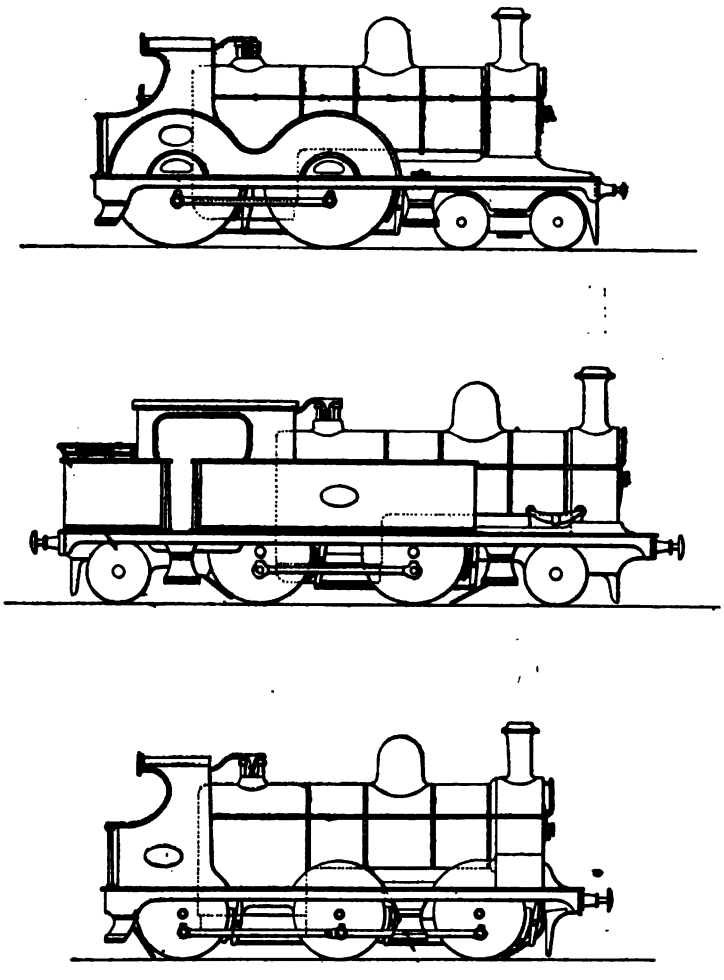


Fig. 911. — Schéma des trois types normaux (*standards*) du *Lancashire and Yorkshire Railway*, munis des mêmes chaudières, du même mécanisme et des mêmes appareils secondaires.

Au 31 décembre 1895, la Compagnie du *Lancashire and Yorkshire* comptait à son effectif 1 236 locomotives — soit environ 1,47 par kilomètre — dont 1 006 machines des nouveaux types dits *standards*. Les 230 autres machines appartiennent à des types différents qui ont été mis en service avant l'arrivée à la Compagnie de M. J.-A.-F. Aspinall, l'ingénieur en chef actuel, à l'obligeance duquel nous sommes redevable des renseignements qui vont suivre.

Le *Lancashire and Yorkshire* n'emploie que quatre modèles de locomotives : des machines express à quatre roues accouplées, de 2,21 m. et de 1,83 m., des machines-tenders à quatre roues accouplées, enfin des machines à marchandises à six roues accouplées; 430 de ces locomotives avaient été construites dans les ateliers de la Compagnie, à Horwich, et 576 au dehors. Ces machines sont semblables ; toutefois, les express construites par l'industrie privée ont toutes des roues motrices de 1,83 m.

[1] Voir notre article sur les *Locomotives du Lancashire and Yorkshire Ry ; Revue Générale des Chemins de fer*, N° de janvier 1896.

Ces machines-types se partageaient comme suit :

Machines construites dans les ateliers de la Compagnie :

Machines express à bogie (roues de 2,21 m.)	40
Machines-tenders à voyageurs	110
Machines à marchandises	280
	430

Machines plus anciennes construites au dehors :

Machines express à bogie (roues de 1,83 m.)	138
Machines-tenders à voyageurs	298
Machines à marchandises	140
	576

Dans toutes ces locomotives, l'interchangeabilité des organes est poussée aussi loin que possible. Elles reçoivent toutes la même chaudière, avec cette seule différence que les machines de la première série ont des tubes plus courts de 38 mm., toutes les autres proportions et dimensions restant les mêmes. Les cylindres, le mécanisme, les essieux droits et coudés, les organes accessoires, la robinetterie, sont interchangeables et identiques pour tous les types ; le même bogie est employé pour toutes les machines à voyageurs. En somme, d'un type à l'autre, on ne trouve d'autre différence que dans la forme ou la longueur des longerons et le diamètre des roues. Toutes les machines-tenders et toutes les machines à marchandises sont, de part et d'autre, identiques entre elles dans toutes leurs parties.

Ainsi, les 1 006 locomotives, appartenant à quatre types, comportent seulement :

1 type de chaudière, avec variation de 0,038 m. de la longueur des tubes pour deux types et de 0,065 m. pour un type ;
1 type de boîte à fumée ;
1 type de robinetterie ;
1 type de régulateur ;
1 type de cylindres et boîtes à tiroir ;
1 type de mécanisme, à part les bielles d'accouplement appartenant à quatre types ;
1 type d'essieu coudé ;
1 type d'essieu accouplé, droit ;
1 type d'essieu porteur, droit ;
1 type de bogie, compris roues et essieux ;
4 types de longerons ;
4 types de roues motrices ;
2 types de roues porteuses ;
2 types d'abri ;
3 types de ressorts pour roues motrices et accouplées ;
1 type de ressorts de bogie ;
1 type de ressorts pour roues porteuses ;
1 type de caisses à eau.

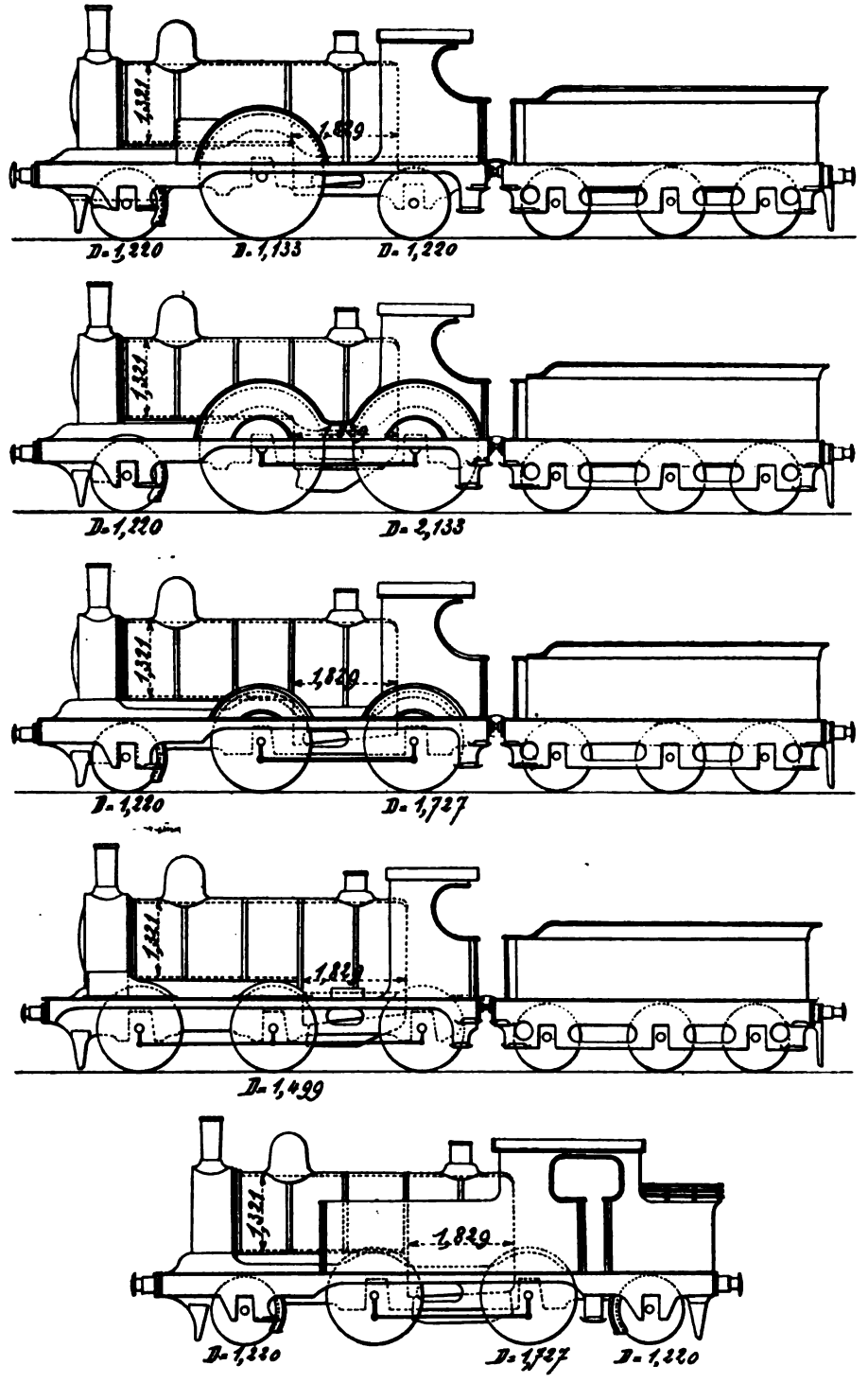


Fig. 912. — Schéma des cinq types normaux (*standards*) de locomotives du *Great Eastern Railway*, munis des mêmes chaudières, du même mécanisme et des mêmes appareils secondaires.

Le tender, grâce à l'emploi de l'écope Ramsbotton pour les prises d'eau en route, qui permet de réduire la capacité des caisses à eau, est le même pour tous les types.

Les 230 autres machines appartenant à des types antérieurs et qui ne peuvent recevoir comme rechanges la chaudière-type ou le mécanisme-type, sont démolies au fur et à mesure de leur rentrée aux ateliers pour grande réparation.

La Compagnie du *Lancashire and Yorkshire* n'emploie qu'un seul type de tender (voir fig. 946) qui s'attelle indifféremment aux locomotives à voyageurs et à marchandises, dont les tabliers présentent la même hauteur et les rampes le même écartement. L'emploi de l'écope Ramsbotton, pour le remplissage des caisses en cours de route a beaucoup contribué à permettre l'emploi d'un tender unique pour tous les services.

Le même système est appliqué avec une rigueur plus grande encore par la Compagnie du *Great Eastern Ry*, laquelle, si on néglige certains types anciens rapidement réformés et actuellement peu nombreux ou de petites machines de gare, ne compte à son effectif que cinq types de machines représentés figure 912, lesquels ne diffèrent guère que par le diamètre et la disposition des roues, les dimensions des longerons, l'arrangement des timoneries de freins et quelques menus détails. Ils comportent tous : même chaudière — absolument identique pour toutes les machines; — mêmes cylindres — sauf une différence dans l'alésage, de 12 mm. pour deux des types; — mêmes organes du mécanisme, mêmes boîtes à huile, mêmes accessoires et robinetterie identique.

Ces types sont :

Locomotive à grande vitesse à quatre roues accouplées de 2,133 m. de diamètre;

Locomotive à voyageurs, semblable à la précédente, mais destinée au service des lignes accidentées et comportant des roues de 1,727 m.;

Locomotive à grande vitesse à roues indépendantes de 2,133 m., qui n'est autre que la première machine dans laquelle la paire de roues accouplées a été remplacée par une paire de roues porteuses;

Locomotive-tender de banlieue du type *radial*, montée d'ailleurs sur les mêmes roues que la machine pour profil accidenté (1,727 m.);

Locomotive à marchandises à six roues accouplées de 1,499 m.

Toutes ces locomotives, sauf la machine de banlieue, sont accompagnées d'un tender interchangeable appartenant à un seul type.

Ce matériel forme un ensemble très remarquable qu'il nous a semblé intéressant de faire connaître.

La recherche de l'interchangeabilité, moins manifeste pendant longtemps aux États-Unis, où les constructeurs restaient maîtres d'établir les types de

machines à leur fantaisie, commence à s'y faire jour d'une manière très marquée. Nous rappellerons comme exemple les dispositions adoptées pour les récentes locomotives livrées au *Boston and Maine RR.* Trois types de locomotives : à grande vitesse, pour trains de voyageurs lourds et pour trains de marchandises, ont même chaudière et mêmes cylindres. Le diamètre des roues seul diffère. Il est respectivement dans les trois types de 1,829 m., 1,700 m. et 1,600 m. Le diamètre des cylindres est le même pour les trois machines, mais on a réduit la course de 50 mm. dans les machines à voyageurs. On a simplement augmenté l'épaisseur des plateaux de ces cylindres pour diminuer les espaces morts.

CHAPITRE X

GRAISSAGE

Généralités sur les surfaces frottantes des locomotives. — Notions générales sur les huiles de graissage employées dans les chemins de fer. — Graissage des surfaces frottantes. — Graissage des cylindres et tiroirs.

351. Généralités sur les surfaces frottantes des locomotives. — On ne peut manquer d'être frappé, quand on étudie le fonctionnement des locomotives, de la rareté et du peu d'importance des chauffages aux articulations et surfaces frottantes du mécanisme en général, malgré l'étendue souvent très faible de ces surfaces par comparaison avec les efforts supportés, si l'on vient à considérer la vitesse relative de ces organes et les conditions souvent défavorables dans lesquelles ils se trouvent. Les machines fixes et marines à grande vitesse sont beaucoup plus largement proportionnées, et cependant ces dernières, dans les torpilleurs par exemple ou les petits croiseurs très rapides, malgré l'équilibre plus complet de leurs couples de rotation, sont exposées à des échauffements fréquents et graves et ne peuvent guère fonctionner convenablement que grâce à un arrosage continuel et un graissage des plus abondants. Il nous semble assez difficile de donner de cette situation spéciale de la locomotive une explication à la fois bien claire et complète, mais on peut exposer en faveur de cette machine quelques arguments valables. D'abord, la locomotive possède, dans sa propre masse et dans celle du train, un volant puissant qui aide au passage des points morts et diminue l'action pernicieuse des grands efforts initiaux sur les têtes de bielle. Ensuite, le rapport de la course au diamètre est beaucoup plus élevé que dans les machines marines, ce qui, pour un même travail produit, diminue les efforts tangentiels sur les manivelles. Les bielles motrices sont très longues, jusqu'à 4,5 fois la course. Malgré la faible capacité calorique et conductive de l'air, peut-être le violent courant créé par la vitesse concourt-il à refroidir les organes en mouvement et joue-t-il, jusqu'à un certain point, le rôle de l'arrosage dans les machines marines à allure rapide.

Quoi qu'il en soit, la locomotive pèche quelquefois par insuffisance d'étendue des surfaces frottantes, et si l'on ne constate pas plus de chauffages en cours de route, n'est-ce pas aussi un peu que le personnel connaît par expérience la limite qu'il convient de ne pas dépasser pour les éviter? Il n'est pas douteux que certains types de locomotives pourraient être poussés davantage si l'on ne craignait de voir survenir des échauffements et des grippages; de telles machines ne peuvent utiliser toute la vapeur que leur chaudière, poussée à outrance, pourrait fournir.

Il est facile dans certains cas d'augmenter la surface des portées importantes, par exemple des têtes de bielle dans les locomotives à cylindres extérieurs, mais dans les machines à cylindres intérieurs, on se trouve souvent fort gêné. On s'est attaché depuis quelques années à réaliser certains progrès dans cette voie pour mettre les machines à même de satisfaire à l'augmentation du travail et de la vitesse qu'on leur impose chaque jour. Par exemple, grâce à l'emploi de distributions n'ayant qu'un excentrique ou sans excentriques, ou même en reportant à l'extérieur cette distribution, ou en adoptant des longerons doubles ou extérieurs quand cela était strictement nécessaire, des types d'essieux coudés permettant l'amincissement des bras, on a pu porter la largeur des tourillons moteurs des essieux coudés, de 0,100 à 0,110 m., cote autrefois usuelle, à 0,130 m. et même exceptionnellement à 0,140 m. On a généralement tendance, depuis quelque temps, à accroître le diamètre et la longueur des boutons extérieurs, soit des manivelles motrices, soit des bielles d'accouplement.

Les grandes vitesses et les charges très élevées par unité de surface conduisent, dans la locomotive, à étudier avec soin les organes soumis au frottement, à les composer des matériaux les plus propres à diminuer le coefficient de frottement et l'usure et à en effectuer le graissage avec soin et continuité.

Nous avons, dans tout ce qui précède, suffisamment parlé des dispositions prises et des matériaux employés pour n'avoir pas à y revenir ici; la question de graissage doit nous occuper seule pour le moment. Nous considérerons séparément le graissage des articulations et pièces frottantes et celui des cylindres et tiroirs soumis à l'action de la vapeur ou exposés, pendant la marche à régulateur fermé, au contact des gaz chauds et des escarbilles.

352. Nature des matières grasses employées. — Le graissage des organes des locomotives et des tenders s'est fait pendant longtemps avec des huiles végétales pures auxquelles peu à peu, à mesure que leur prix s'abaissait, on mélangeait des huiles minérales. Les résultats obtenus avec ces mélanges furent assez satisfaisants pour que certaines administrations soient conduites à ne plus employer en principe d'autre lubrifiant que des huiles de naphte.

Les matières lubrifiantes employées par les diverses administrations pour les mouvements et les boîtes des essieux peuvent se répartir comme suit selon les cas :

1° Huile de colza pure (rarement employée aujourd'hui, surtout en France) ;

2° Mélange d'huile de colza et d'huile minérale, cette dernière entrant dans le mélange pour une proportion variant de 20 à 80 0/0 (c'est le cas le plus fréquent) ;

3° Huile minérale pure (d'un emploi fréquent en France et aux États-Unis) ;

4° Huile minérale mélangée à une faible proportion d'huile de schiste ou de spermaceti.

Le plus souvent, les mélanges sont faits d'avance dans les magasins (en Angleterre on les fait à chaud, ce qui aurait pour effet d'empêcher les séparations ultérieures des huiles de densité différente). Parfois on remet aux mécaniciens des bidons renfermant séparément les poids alloués des huiles dont l'emploi est autorisé, quitte pour eux à composer les mélanges que l'expérience leur aura démontré être préférables. Cette méthode est surtout suivie sur quelques réseaux anglais.

Généralement, on remet aussi aux mécaniciens du suif et de la graisse blanche dont ils ne doivent faire usage qu'accidentellement, dans les boîtes des essieux, en cas de chauffage.

L'emploi des huiles minérales est aujourd'hui notablement plus économique que celui des huiles végétales, mais on ne peut lui attribuer, loin de là, aucune supériorité au point de vue du graissage. Il est, au contraire, reconnu que l'huile minérale, par rapport aux huiles de colza *fraîches*, donne une augmentation de frottement d'environ 10 0/0; mais, en pratique, l'augmentation est moins forte, tout au moins en ce qui concerne les huiles des boîtes à tampons graisseurs où elles séjournent parfois longtemps, et cela en raison de l'incorporation de particules solides et surtout de la dénaturation assez rapide du colza sous l'influence des agents atmosphériques.

On a trouvé à la Compagnie de l'*Est*, à la suite d'expériences effectuées avec précision, que la température des coussinets en métal blanc graissés à l'huile russe, était de 4 à 8° supérieure à la température des mêmes coussinets graissés au colza.

Sur le Continent européen et en France plus particulièrement, on fait à peu près exclusivement usage, à l'état de pureté ou de mélange, des huiles minérales russes, provenant de la région du Caucase. Aux États-Unis et en Angleterre on emploie les huiles de Pennsylvanie. Les premières ont une densité et un point d'inflammabilité un peu plus élevés ; elles sont aussi un peu moins fluides.

En France, on emploie en général des huiles noires, parfois telles que, parfois mélangées à des huiles claires; certaines Compagnies emploient les deux genres d'huile distribués séparément aux mécaniciens.

Pour le graissage des cylindres et tiroirs on emploie soit de l'huile de colza pure, soit un mélange par moitié d'huiles de colza et minérale, soit mieux de l'huile minérale pure, soit un mélange d'huile et de suif.

Les huiles minérales de Russie (huiles noires) doivent répondre aux conditions moyennes suivantes : elles doivent présenter une couleur noir brun ; leur densité, à 15°, doit être comprise entre 0,910 et 0,915. Elles doivent être fluides à la température de 10° au-dessous du zéro. Elles ne doivent pas contenir de paraffine séparable par refroidissement et leur teneur en goudron ne doit pas dépasser 15 0/0. Elles ne doivent pas dégager de vapeurs inflammables à une température inférieure à 135 ou 140° ni présenter plus de 50° de fluidité à la température de 35°, ou de 500° à la température de 100°.

On distingue au moins trois qualités d'huile rectifiée plus claire dont la couleur varie du jaune orangé foncé au jaune clair, dont la densité varie de 0,892 à 0,915 et dont le degré d'inflammabilité ne doit pas être supérieur à 160°.

Les huiles de colza employées pour le graissage sont de la qualité dite non épurée ou brute; leur densité à 15° doit être comprise entre 0,914 et 0,916 ; elles ne doivent pas se congeler à moins de 6°, et leur fluidité, à 35°, ne doit pas dépasser 105°.

Les suifs doivent être blancs et le titre de leurs acides gras ne doit pas être inférieur à 135°. Ils ne doivent pas contenir de matières étrangères introduites dans la pâte à l'état de *mélange*, mais on tolère certaines impuretés dans une proportion maximum de 2 0/0 pour les suifs d'os ou petits suifs et de 0,5 0/0 pour les suifs blancs de place, au maximum.

Pour plus de détails concernant cette question, nous renvoyons aux ouvrages spéciaux et aux cahiers des charges des Compagnies.

Il n'est pas nécessaire que le graissage, pour être efficace, soit très abondant; il doit être avant tout régulier. Quelques gouttes au moment opportun valent mieux que des flots d'huile versés inopinément ou trop tard. Une goutte d'huile par kilomètre suffit par exemple pour une grosse tête de bielle; l'excès de graissage n'est pas seulement inutile, il est nuisible.

353. Allocations de graissage. — Les administrations de chemins de fer, surtout en France, pour réduire la consommation d'huile, ont pris le parti rationnel d'intéresser les agents des machines à cette dépense ; elles fixent des allocations d'huile variables suivant les types de machines et de tenders et le service auquel ils sont affectés, et paient des primes pour les économies réalisées sur ces allocations.

Nous donnons ci-après, à titre d'exemple, le tableau des allocations et primes de graissage en usage à la Compagnie de l'*Est* :

	Allocation par kilomètre de parcours.
1° Locomotives à roues libres, c'est-à-dire à 3 essieux dont un seul moteur, et tenders à 2 essieux.	0,018 kg.
2° Locomotives mixtes, c'est-à-dire à 3 essieux, dont 2 accouplés, et tenders à 2 essieux, faisant le service des trains de voyageurs ordinaires.	0,020 —
3° Locomotives mixtes, c'est-à-dire à 3 essieux, dont 2 accouplés à grandes roues motrices, série 500, et tenders à 2 essieux portant 13 m³ d'eau	0,030 —
4° Locomotives mixtes, c'est-à-dire à 4 essieux, dont 2 accouplés à grandes roues motrices, série 800, et tenders à 3 paires de roues portant 20 m³ d'eau.	0,040 —
5° Locomotives-tenders de banlieue à 4 paires de roues dont 3 accouplées	0,040 —
6° Locomotives-tenders à 2 essieux accouplés et un porteur (261 à 285)	0,032 —
7° Locomotives à 3 essieux accouplés, et tenders à 2 essieux	0,022 —
8° Locomotives à 4 essieux, et tenders à 2 essieux.	0,026 —
9° Locomotives-tenders de gare à 3 essieux accouplés. . .	0,120 — par heure de manœuvre; 0,050 — par heure de stationnement.

Des primes sont allouées au personnel pour les économies de graissage réalisées sur les quantités allouées. Le taux de ces primes est de 0,24 fr. par kg. de graissage économisé, quelle qu'en soit la nature, dont 2/3 pour le mécanicien et 1/3 pour le chauffeur.

354. Graissage des surfaces frottantes et des articulations. — Le graissage des articulations peu importantes, celles du mécanisme de distribution (arbre de relevage, barres d'excentriques, bielles de suspension des coulisses, etc.), est ordinairement assuré au moyen de petits trous fraisés dans lesquels on verse quelques gouttes d'huile. Ce procédé est simple, surtout quand il s'agit de très nombreuses articulations, mais il n'est pas sans inconvénient. La poussière pénètre dans ces trous, ouverts à leur partie supérieure, et pénètre entre les surfaces, déterminant une usure plus rapide et des chances de chauffage. La tendance, qui n'est pas encore générale, mais qui s'accuse de plus en plus, consiste à disposer sur les plus importantes tout au moins des articulations de la distribution (fig. 574), des graisseurs à mèche ou sans mèche qui sont la réduction des appareils employés pour les organes moteurs.

Pour les autres parties du mécanisme, on emploie un godet muni d'une mèche en coton tenue par un fil de fer et formant siphon par capillarité (fig. 913 et 914). La forme de ces godets varie avec les pièces sur lesquelles ils sont appliqués et avec lesquelles ils font corps le plus souvent ; aux États-Unis les godets sont souvent en bronze, cylindriques, et rapportés sur les pièces. On trouvera de nombreux exemples de godets graisseurs dans les dessins de têtes de bielle et d'excentriques qui accompagnent cet ouvrage.

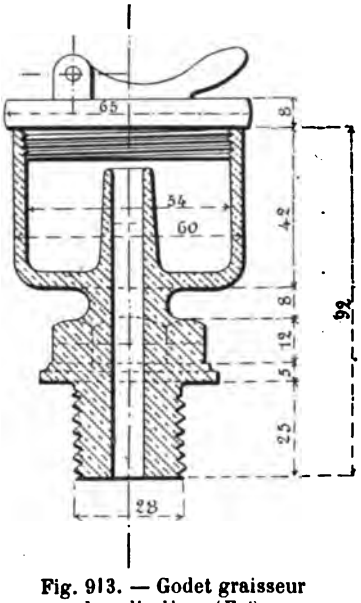


Fig. 913. — Godet graisseur des glissières (*Est*).

Depuis plusieurs années, un grand nombre de Compagnies, françaises et étrangères, ont adopté les graisseurs sans mèche avec ou sans épinglette, et qui ont, croyons-nous, pris naissance en Autriche. Ils sont actuellement adoptés d'une manière générale par les Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord*, de *P.-L.-M.* et d'*Orléans*. Ces graisseurs (fig. 915 à 917) simplifient l'entretien et suppriment la consommation d'huile pendant les stationnements sans que le mécanicien ait à retirer les mèches, travail assez long et auquel on ne peut se livrer que pour des arrêts de quelque durée.

Dans ces graisseurs, l'orifice du tube de graissage, de très petit diamètre, est situé au-dessus du bain d'huile à l'intérieur du réservoir ; en marche, sous l'action de la force centrifuge et des trépidations, l'huile est projetée sur les parois de ce dernier et quelques gouttes viennent tomber de temps à autre dans l'orifice du tube ; elles suffisent largement aux besoins. Cette disposition est employée d'une manière absolument générale par la Compagnie de l'*Ouest* et quelques autres, aussi bien pour les coussinets des boîtes que pour ceux des têtes de bielle.

Quelques constructeurs, dans la crainte qu'un trou aussi petit que celui du tube de graissage (3/4 de millimètre) vienne à se boucher rapidement, lui donnent un diamètre beaucoup plus fort et viennent y placer une petite épinglette en acier (fig. 917) qui bouche la presque totalité de ce trou et le nettoie au fur et à mesure par suite des secousses que lui impriment les trépidations de la machine sur la voie.

On trouvera figures 915-919 des exemples de graisseurs sans mèches pour excentriques et têtes de bielle (*Ouest ; Nord ; P.-O.*).

On trouvera fig. 919 une variante du graisseur sans mèche, qui se comprend à la seule inspection de la figure.

Les graisseurs sans mèche ne doivent s'employer que pour les organes

mobiles ou qui ne sont pas suspendus, aussi ne conviennent-ils pas pour les glissières sur lesquelles ils ne débiteraient pas. On emploie pour cet usage des godets graisseurs à mèche dont la figure 913 nous montre un exemple, ou la variante citée ci-dessus du graisseur sans mèche et à boulet.

Les godets des organes du mécanisme doivent être fermés par un couvercle bien étanche, ne laissant pas sortir l'huile sous l'action de la force centrifuge et des trépidations, ni pénétrer la poussière. Le

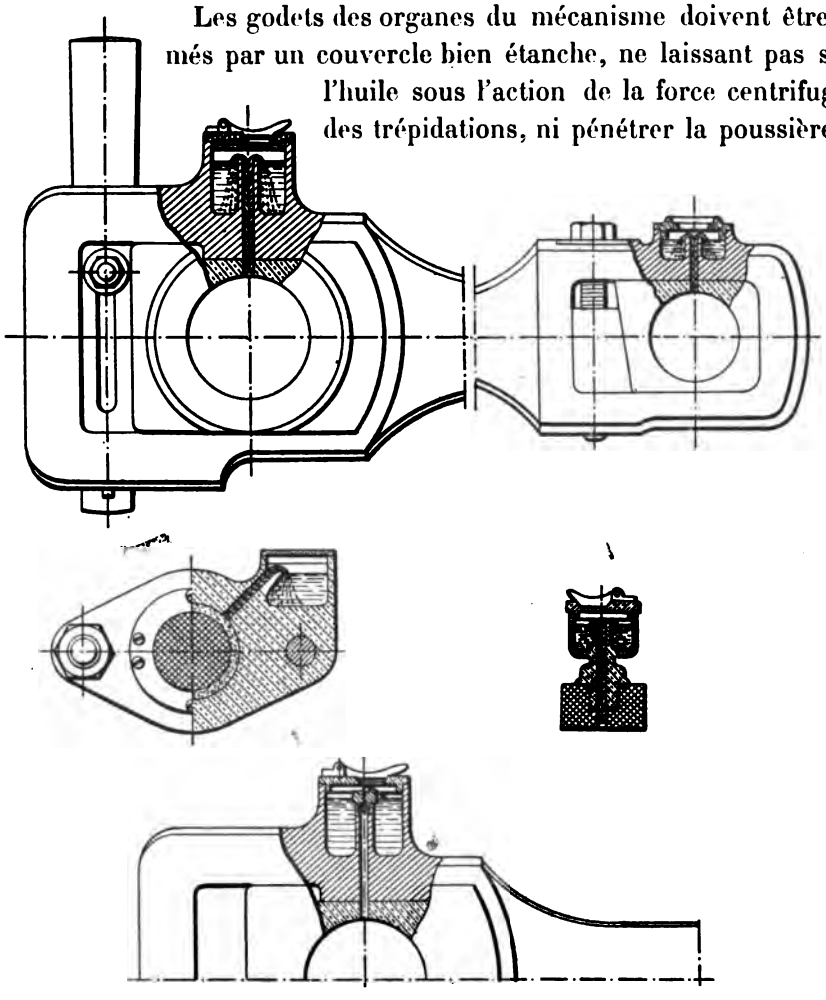


Fig. 914. — Graissage par mèches et sans mèches.

couvercle Roux, à ressort (fig. 915), employé sur les graisseurs sans mèche des locomotives de quelques administrations françaises, remplit parfaitement ce but. Il possède un inconvénient, celui d'être assez dur à ouvrir, ce qui ne permet guère aux mécaniciens, comme en Angleterre, pour les locomotives à cylindres intérieurs, de graisser de loin sans passer sous la machine en levant les couvercles avec l'extrémité de la burette. Il faut pour cela des couvercles d'un mouvement très doux, mais qui ont l'inconvénient de s'ouvrir parfois en route.

Les godets graisseurs des machines de l'*État prussien* comportent des couvercles d'un type spécial (fig. 507). L'ouverture est fermée par un bouchon conique appliqué du dedans vers le dehors par un ressort à boudin entourant la tige centrale solidaire de ce bouchon et qui, s'ajustant à frottement doux dans le conduit du graisseur, tient lieu d'épinglette. Cette tige porte sur toute sa longueur un plat permettant l'écoulement de l'huile. On ouvre le godet en appuyant sur un bouton qui surmonte extérieurement le bouchon mobile.

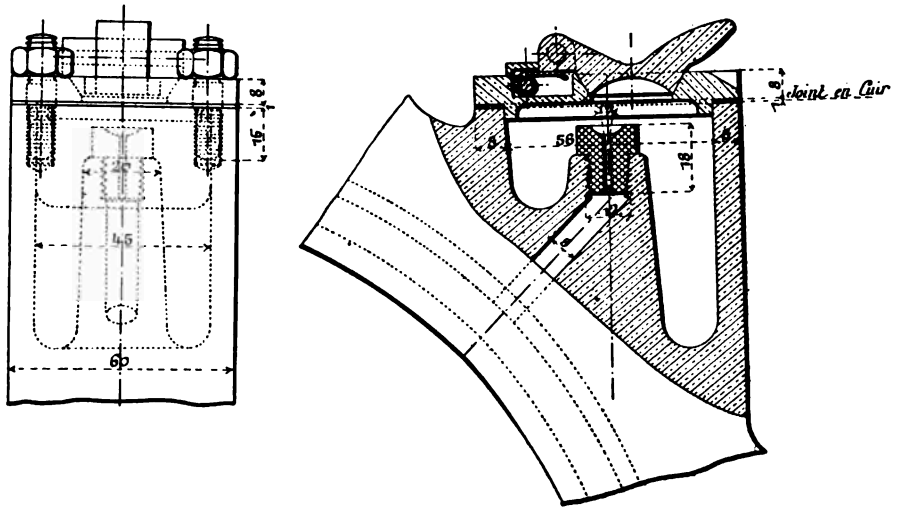


Fig. 915. — Graisseur sans mèche (couvercle Roux) appliqué à un excentrique. Type des *Chemins de fer de l'Ouest*.

Les godets graisseurs, du type sans mèche et à épinglette, employés par la Compagnie anglaise du *London and North Western Ry* et quelques autres, ont des couvercles analogues au précédent, constitués par un bouchon sphérique autoclave guidé par une douille s'ajustant à frottement doux autour du conduit de graissage (fig. 918). Pour ouvrir le godet en vue du remplissage, on appuie sur le couvercle avec le bec du bidon à huile.

Le graissage des fusées des essieux s'effectue au moyen de siphons munis de mèches en coton ou de graisseurs sans mèches (voir fig. 652) plongeant dans un réservoir d'huile ménagé à la partie supérieure de la boîte. Depuis quelques années, on ajoute dans les dessous de boîte, comme pour les voitures à voyageurs, des tampons graisseurs plongeant dans un bain d'huile. Ce perfectionnement, d'abord réalisé en Allemagne, s'est introduit assez récemment, d'abord pour les essieux porteurs, puis pour les essieux moteurs, en France, en Angleterre et même aux États-Unis où il n'est toutefois usité encore qu'exceptionnellement.

Les boîtes des machines à châssis intérieur sont peu accessibles. Pour faciliter leur graissage, on doit conseiller l'emploi de godets, placés au-

dessus d'elles, en avant des couvre-roues, et alimentant chacun d'huile, à l'aide de mèches et de trois petits tuyaux, la boîte et les surfaces des glissières de plaques de garde. Pour fermer hermétiquement les boîtes à huile pendant la marche, on se contente souvent de graisser ainsi leurs glissières, surtout quand les boîtes comportent un tampon graisseur. Ces réservoirs, pour les machines à quatre roues accouplées par exemple, sont placés, ceux des boîtes de l'essieu moteur entre le corps cylindrique, à l'avant des couvre-roues ; ceux de l'essieu arrière dans l'abri, à la main du mécanicien, sur la face interne des couvre-roues correspondants. Cette disposition, d'origine anglaise, a été adoptée pour de récents types de machines par les Compagnies de l'*Ouest* et du *Nord* entre autres. Elle assure, pendant la marche, la lubrification continue des glissières de plaques de garde.

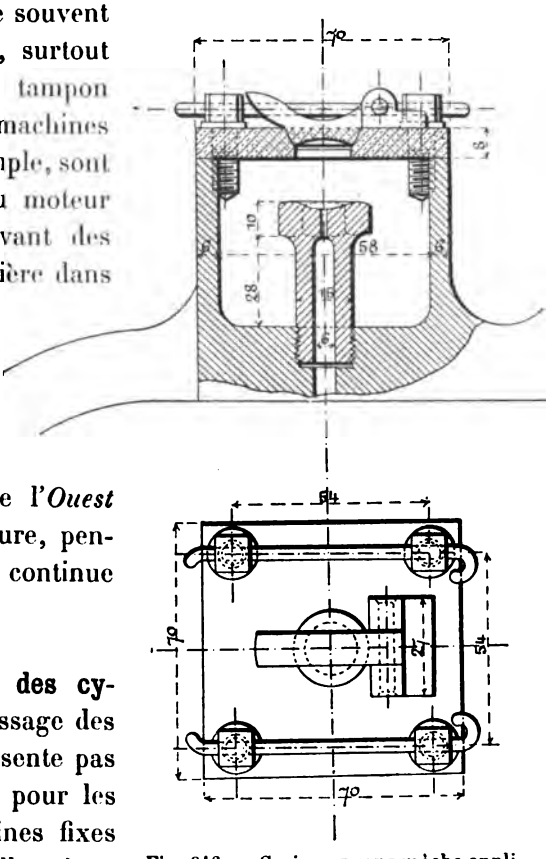


Fig. 916. — Graisseur sans mèche appliqué à une tête de bielle. Type du *Chemin de fer du Nord.*

355. Graissage des tiroirs et des cylindres[1]. — Le problème du graissage des tiroirs et des cylindres ne se présente pas tout à fait de la même manière pour les locomotives que pour les machines fixes ou marines. Tandis que dans celles-ci en effet on n'a à considérer que le fonctionnement sous vapeur, on doit, dans les premières, envisager aussi la marche à régulateur fermé, c'est-à-dire sans admission de vapeur dans les cylindres. Or, c'est précisément lors de cette marche à régulateur fermé, déterminant pendant certaines portions de la course une aspiration des gaz de la boîte à fumée contenant en suspension des escarbilles, que la nécessité d'un bon graissage s'impose. Les conditions de ce graissage sont d'ailleurs différentes de celles que l'on rencontre pour la marche sous vapeur, le vide partiel créé par le mouvement du piston permettant une facile aspiration de l'huile par succion.

[1] On consultera avec fruit sur ce sujet le *Traité de la Machine à vapeur* de M. E. Sauvage, et l'intéressant ouvrage de M. Seguéla, *Etude sur le Graissage des cylindres et tiroirs des machines à vapeur.*

Voir aussi un article de M. Baclé dans la *Revue Générale des Chemins de fer*, N° de février 1881.

On trouve donc sur beaucoup de locomotives deux genres de graisseurs destinés à alimenter d'huile les cylindres et tiroirs, pendant les marches, l'un à régulateur ouvert, l'autre à régulateur fermé. Certaines locomotives ne possèdent que des appareils du second genre ; au contraire, dans d'autres, le même appareil est disposé pour accomplir les deux fonctions.

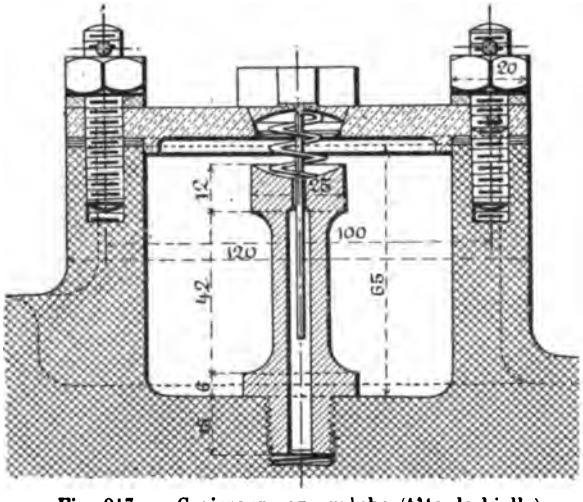


Fig. 917. — Graisseur sans mèche (tête de bielle) du *Chemin de fer d'Orléans.*

Certaines Compagnies considèrent que le graissage pendant la marche à régulateur fermé est le plus important, d'autres au contraire y attachent moins d'importance qu'au graissage sous vapeur, parce que, à la rigueur, on peut le remplacer par les appareils à contre-vapeur, mais il est en général difficile de contraindre les mécaniciens à s'en servir. Il est certain que le graissage à régulateur fermé peut suffire à la rigueur pour des machines effectuant de courts trajets sans arrêt, l'huile injectée au cylindre pendant la marche sans vapeur

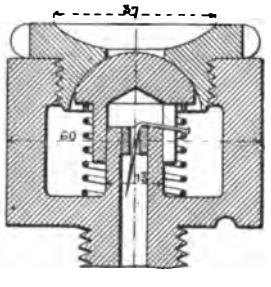


Fig. 918. — Graisseur sans mèche pour têtes de bielles motrices, du *London and North Western Railway.*

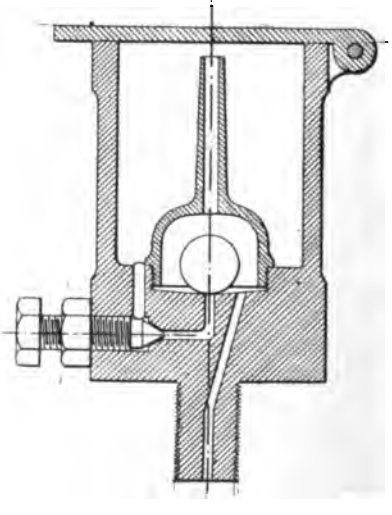


Fig. 919. — Graisseur automatique de *Threlfall, North Eastern Ry,* appliqué au graissage des glissières.

restant en grande partie dans les cylindres et ne se trouvant lavée et entraînée que progressivement. D'autre part, la vapeur saturée, surtout celle qui contient toujours une notable quantité d'eau entraînée, comme c'est le cas

des locomotives, peut à la rigueur être considérée comme capable de lubrifier les surfaces.

Passant sous silence les innombrables types de graisseurs proposés ou adoptés expérimentalement, nous n'accorderons quelque attention qu'aux plus répandus de ces appareils et à ceux dont l'emploi tend à se développer.

Les graisseurs de cylindres et tiroirs employés sur les locomotives fonctionnent par gravité, par succion ou par refoulement. Le refoulement est produit par la vapeur ou mécaniquement.

Dans le premier cas, les graisseurs, automatiques, sont ordinairement à condensation ; dans le second cas, ils peuvent être automatiques ou non automatiques, le refoulement étant produit au moyen d'un appareil à main ou par le mécanisme même de la locomotive.

A l'origine, et on suit encore cette pratique avec les graisseurs à boules, on lubrifiait directement les surfaces à graisser, glaces de tiroirs, parois du cylindre. Aujourd'hui, avec les graisseurs à condensation et mécaniques, on envoie l'huile dans le courant de vapeur auquel elle se mélange. Cette huile, ainsi entraînée, sert à lubrifier les différentes surfaces pour lesquelles un seul appareil peut suffire.

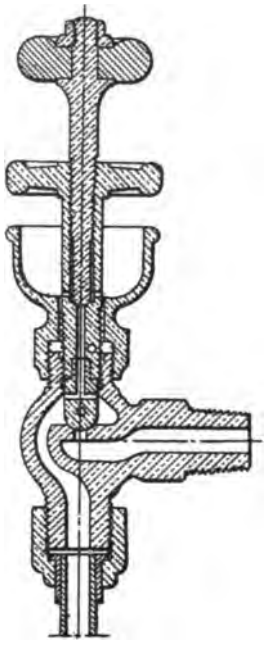


Fig. 920. — Graisseur à boules ; type américain.

Graisseurs par gravité. — Ces graisseurs sont ordinairement montés directement sur les cylindres ; le type le plus répandu est le graisseur ordinaire à boules comprenant deux robinets placés l'un en haut et débouchant au fond d'une petite cuvette servant au remplissage, l'autre en bas qui débouche dans le tuyau de graissage, conduisant aux organes à graisser. Pour remplir le godet, on ferme le robinet du bas et on ouvre celui du haut ; pour graisser, on ferme celui du haut et on ouvre celui du bas, l'huile s'écoule alors sous l'action des différences de pression, comme nous l'avons expliqué tout à l'heure ; l'huile et la vapeur passent par le même orifice, et à chaque graissage il faut de nouveau remplir le godet graisseur.

Ce type de graisseur a l'inconvénient de ne permettre de graisser que pendant les arrêts, à moins que les agents ne se rendent en avant sur le tablier, ce qui peut être dangereux en vitesse et ne saurait en tout cas être admis qu'à titre exceptionnel ; il est progressivement supprimé sur les locomotives modernes et remplacé par des appareils plus perfectionnés.

Le graisseur *Michel et Germaine*, actuellement en essai à la Compagnie de l'*Est*, est représenté figure 921. Il consiste en un réservoir d'huile installé

au-dessus du cylindre et communiquant avec ce dernier par un conduit vertical dont les extrémités sont munies de clapets maintenus à une distance constante par un ressort à boudin.

Les pressions alternatives dans le cylindre entraînent un soulèvement et un abaissement successifs des clapets, d'où résulte l'établissement ou la supr pression de la communication entre le réservoi- d'huile et le cylindre.

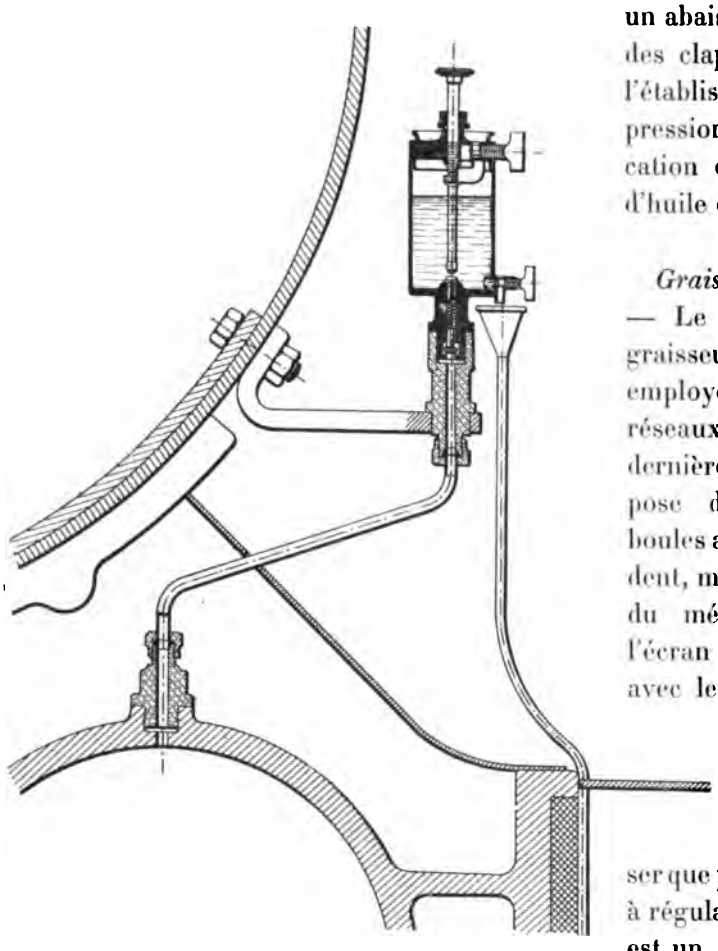


Fig. 921. — Graisseur Michel et Germaine. Montage de l'appareil sur une locomotive à cylindres intérieurs.

Graisseurs à distance. — Le plus simple des graisseurs à distance, très employé sur beaucoup de réseaux jusque dans ces dernières années, se compose d'un graisseur à boules analogue au précédent, mais placé à la main du mécanicien derrière l'écran et communiquant avec les cylindres ou la boîte à tiroir à l'aide d'un petit tuyau incliné. Il ne permet de graisser que pendant la marche à régulateur fermé, ce qui est un inconvénient pour les trains effectuant de longs parcours sans arrêts.

Ce graisseur peut être modifié de manière à servir pendant la marche sous vapeur, la matière lubrifiante étant refoulée dans les cylindres ou les boîtes à vapeur par la pression de la chaudière.

La Compagnie d'*Orléans* emploie un type spécial de graisseur à distance, qui fonctionne par un jet de vapeur au moyen d'un robinet d'injection placé à l'arrière du foyer, à portée du mécanicien.

Le robinet est fixé sur la chaudière afin d'être suffisamment réchauffé pour maintenir à l'état liquide le mélange, par parties égales, d'huile et de suif, qu'on emploie à la Compagnie d'*Orléans* pour le graissage des cylindres.

Il se compose d'un réservoir supérieur avec bouchon en hêtre pour recevoir les matières de graissage, d'une clé de distribution qui ne permet d'employer, chaque fois qu'on la fait tourner, qu'environ 8 cm.³ de matière, et enfin d'un petit clapet à ressort antagoniste qu'on déplace au moyen d'un levier afin que la vapeur de la chaudière entraîne les corps gras dans les cylindres, par les tuyaux de conduite.

Les raccords sont munis de clapets à rainures latérales, pour empêcher la vapeur de pénétrer des cylindres dans les tuyaux.

Avec cet appareil de graissage, le mécanicien peut envoyer pendant la marche, quand il le juge nécessaire, une petite quantité de matière grasse dans les cylindres et sur les tables des tiroirs, et, pour cela, il lui suffit de tourner deux fois d'un quart de tour la poignée d'une clé de robinet à boisseau, et d'appuyer sur un levier.

La Compagnie du *Nord* emploie, sur certaines machines, un graisseur du même genre muni d'un robinet spécial à trois positions; dans la première, une cavité pratiquée à l'intérieur de la clé se remplit d'huile empruntée au godet placé au-dessus; dans la seconde, la cavité est isolée du graisseur et communique, d'un côté avec deux tuyaux aboutissant aux cylindres, de l'autre avec un tuyau venant de la chaudière; le graissage s'effectue dans cette position; dans la troisième position, la cavité est isolée du godet et des tuyaux précédents; cette position correspond à la purge.

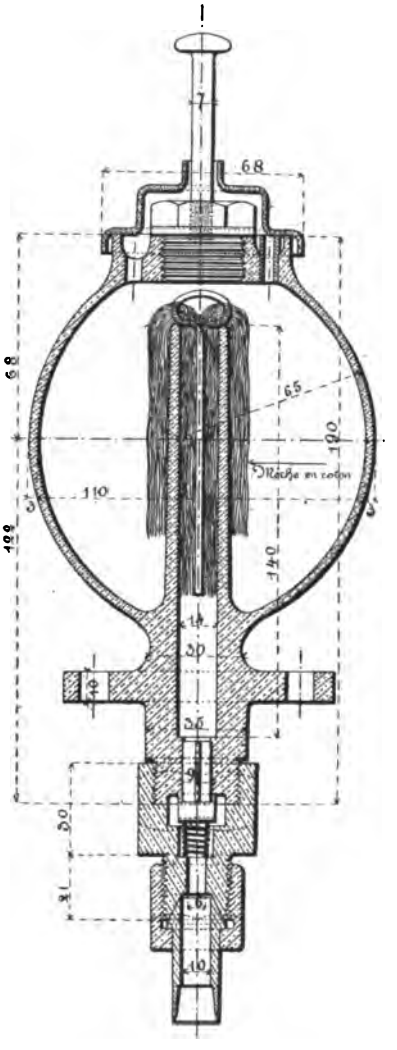


Fig. 922. — Graisseur par succion, dit à *boule*, des *Chemins de fer de l'Ouest*.

Beaucoup des autres types de graisseurs employés sur les locomotives peuvent être aussi considérés comme des graisseurs à distance, mais, en général, ils rentrent dans une autre catégorie qui sert à mieux les différencier ou les caractériser.

Graisseurs par succion. — Ces appareils sont destinés à fonctionner automatiquement pendant la marche à régulateur fermé.

La Compagnie de l'*Ouest* adapte à presque toutes ses locomotives un graisseur très simple dit à *boule*, représenté figure 922 et qui depuis longtemps donne toute satisfaction.

L'huile est contenue dans un récipient sphérique que l'on remplit par en haut en soulevant un chapeau en laiton qui recouvre la rigole de remplissage et que guide une tige vissée dans un bouchon qui ne se démonte que pour les nettoyages. L'huile s'écoule normalement, par un siphon formé d'une forte mèche, dans un gros tube central fermé à sa partie inférieure par une soupape à ressort. Au-dessous de celle-ci se trouve un raccord établissant une communication avec la boîte à tiroir, l'arrivée d'huile se faisant de préférence sur la table même. Quand le régulateur est ouvert l'huile ne peut s'écouler, la soupape étant fermée par son ressort et par la pression de la vapeur dans la boîte. Dès que, le régulateur étant fermé, il se produit un vide partiel dans la boîte à tiroir, la soupape quitte son siège et l'huile s'écoule par le tube du bas.

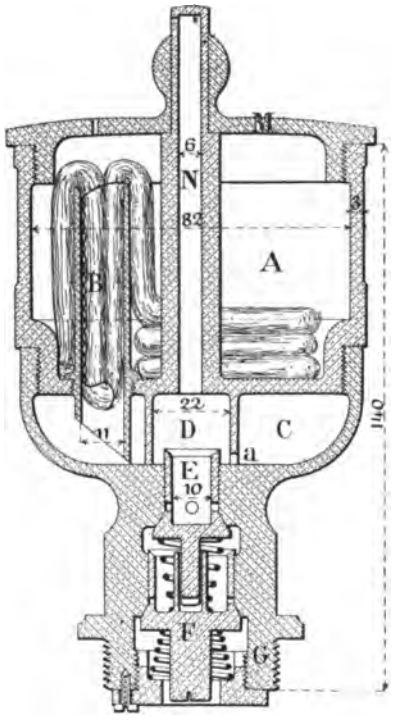


Fig. 923. — Graisseur Schôber (*Paris-Orléans*).

La Compagnie de l'*Ouest* place ces graisseurs sur le côté de la boîte à fumée au-dessus du tablier.

Le graisseur Schôber, employé par la Compagnie d'*Orléans*, est représenté en coupe figure 923.

Il comprend : un réservoir A que l'on remplit d'huile au départ en dévissant le couvercle M ; un tube B destiné à recevoir une mèche qui transvase l'huile par capillarité et siphonnement du réservoir A dans le réservoir C ; un réservoir D en communication avec l'atmosphère par le tube central N et les 3 trous *t* et communiquant avec le réservoir C par le trou *a* ; des clapets E et F percés latéralement de 4 petits trous pour le passage de l'huile et maintenus sur leurs sièges par des ressorts à boudin ; une embase G servant à fixer le graisseur sur le cylindre.

L'huile mise au départ dans le réservoir A descend goutte à goutte dans le réservoir C et ne peut monter dans ce réservoir qu'un peu au-dessus du niveau correspondant à la partie la plus haute de la taille en sifflet du tube B, parce que cette huile comprime l'air emprisonné au-dessus de cette partie dans le réservoir C.

Tant que le cylindre contient de la vapeur et que par suite ses organes sont lubrifiés par cette vapeur, les clapets E et F sont fermés et la vapeur qui peut s'échapper par les fuites de ces clapets sort par le tube N et les 3 trous *t*.

Mais dès que l'admission de vapeur cesse, la pression atmosphérique fait baisser les clapets par suite de la dépression qui se produit derrière le piston, et l'huile contenue dans le réservoir C s'écoule immédiatement dans le cylindre et graisse les organes qui ne sont plus lubrifiés par la vapeur.

De plus, les clapets permettent continuellement, à chaque coup du piston et tant qu'on marche sans admission de vapeur, l'introduction dans le cylindre de l'huile débitée par siphonnement par la mèche. En faisant la mèche plus ou moins grosse, on obtient un débit continuel et

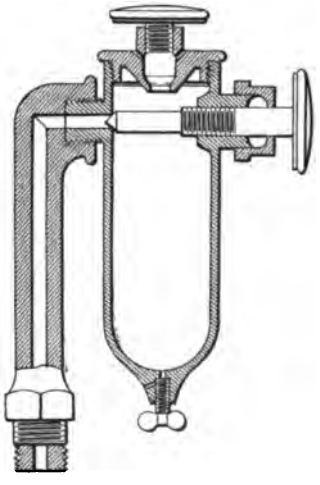


Fig. 924. — Graisseur *Ramsbottom*.

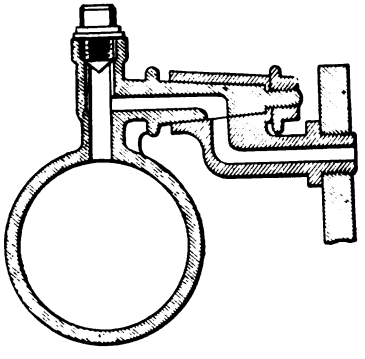


Fig. 925. — Graisseur *Ramsbottom* (variante).

variable; de même, par l'inclinaison de la taille en sifflet du tube B, on peut régler la quantité d'huile à introduire dans le cylindre au premier abaissement des clapets.

Graisseurs par condensation. — L'huile est chassée dans les conduits de graissage par l'eau provenant de la condensation de la vapeur prise aux cylindres, au tuyau de vapeur, parfois même directement à la chaudière. Dans le premier cas, l'appareil ne fonctionne que pendant la marche à régulateur ouvert; dans le second, il fonctionne aussi quand le régulateur est fermé. La condensation se produit soit dans le graisseur même, soit en dehors dans un récipient ou un serpentin spécial.

Le graisseur *Ramsbottom*, très usité en Angleterre et qui a reçu quelques applications sur le continent, est représenté figure 924. La vapeur arrive à la partie supérieure du vase par un conduit communiquant avec le tuyau de vapeur ou la boîte à tiroir, elle se condense, tombe au fond du vase et soulève l'huile qui se déverse par le même conduit servant à l'arrivée de la vapeur. Un pointeau à vis, placé sur l'orifice du conduit, permet de régler le

débit; le bouchon de remplissage est à vis. Une autre vis de plus petit diamètre, placée à la partie inférieure, sert à la purge de l'appareil. C'est un appareil à la fois simple et efficace. Il affecte quelquefois la forme de la figure 925. Le vase peut tourner autour du conduit d'arrivée de vapeur; il suffit de lui faire opérer un demi-tour pour le vider.

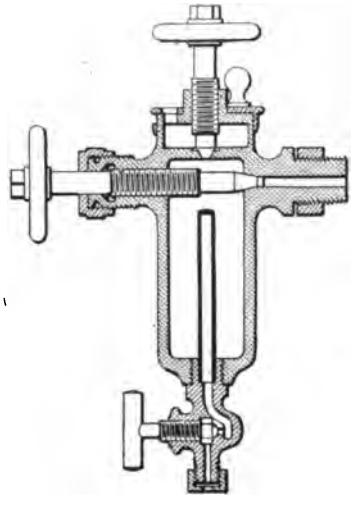


Fig. 926. — Graisseur Roscoë.

Le graisseur *Roscoë* (fig. 926) est analogue au précédent, dont il ne diffère que par certains détails et par l'addition d'un tube intérieur communiquant avec la purge, prolongé jusque vers le haut du vase et percé d'un petit trou à sa partie inférieure.

A cette même catégorie appartiennent d'autres appareils, modification des précédents, tels que les graisseurs *Rous*, *Lainé*, *Wenger*, *de Limon*, *Crosby* et beaucoup d'autres, pour l'étude desquels nous renvoyons au livre de M. Séguela mentionné plus haut.

Dans le graisseur *Millet*, employé par la Compagnie du *Midi* (fig. 927), la condensation se produit encore dans le vase graisseur, mais à l'intérieur d'une chambre spéciale en forme de tore qui se trouve à la partie supérieure sur le côté. L'eau de condensation descend par un tube latéral et l'huile se déverse par la partie supérieure à l'intérieur d'un tube central dont l'ouverture est munie d'une épinglette. La purge s'effectue par une vis à pointeau placée à la partie inférieure. L'écoulement de l'eau de condensation est réglé par une vis verticale dont la partie inférieure est conique et porte des entailles longitudinales comme un taraud. En dévissant cette tige on peut ainsi régler le débit avec une grande précision.

Le graisseur *Meyer* (fig. 928) est placé sur les cylindres ou sur les boîtes à vapeur; son fonctionnement est basé sur la condensation de la vapeur qui s'introduit dans la chambre à huile.

L'eau condensée tombe au fond du réservoir et maintient l'huile à un niveau plus élevé que celui de l'orifice par lequel elle s'écoule dans le tuyau de communication avec le cylindre.

Le débit de l'huile est proportionnel à la hauteur de ce niveau au-dessus de l'orifice et à la section de celui-ci qui a été réglée, au préalable, au moyen d'une vis à pointeau.

Un tuyau de trop-plein donne écoulement vers le cylindre à l'eau condensée en excès. De cette façon, le débit de l'huile ne dépend que de la hauteur de son niveau au-dessus de l'orifice de graissage, hauteur qui varie en raison

inverse du rapport existant entre les hauteurs des colonnes d'eau et d'huile mesurées au-dessus du plan de séparation des deux cylindres.

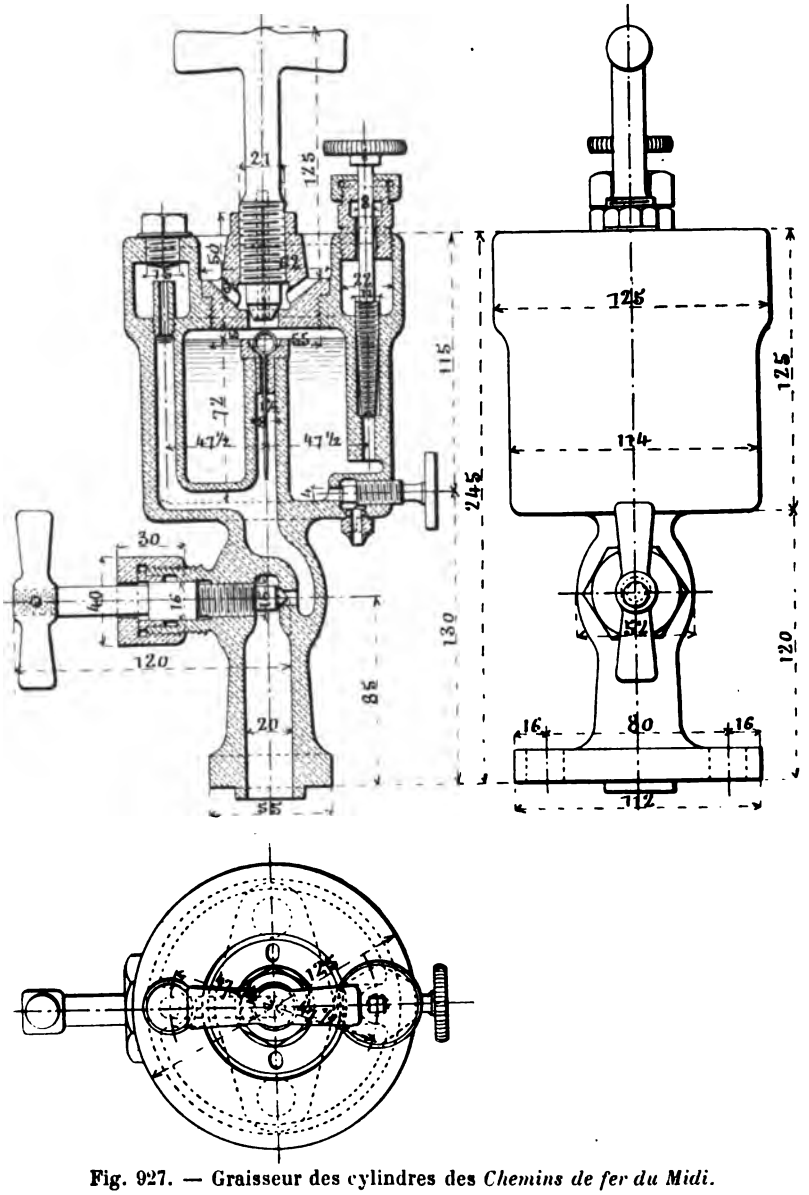


Fig. 927. — Graisseur des cylindres des *Chemins de fer du Midi.*

La figure 929 représente le graisseur type *P. O.* qui se fixe sur la boîte à tiroir, avec laquelle il communique par un conduit central qui remonte verticalement à l'intérieur du vase et se termine à sa partie supérieure par un trou capillaire. On règle le débit à l'aide d'un pointeau commandant le conduit dont nous venons de parler. Un autre pointeau, placé à angle droit du premier, sert à la purge.

Dans les appareils à condensation extérieure, la vapeur se condense dans un réservoir ou un serpentin spécial situé en dehors du vase graisseur. L'eau de condensation arrive à la partie inférieure du vase graisseur où elle soulève le bain d'huile et refoule cette dernière sous l'action de sa charge dans les conduits de graissage allant aux cylindres, aux boîtes à tiroirs ou plutôt au tuyau même de vapeur. L'huile peut passer directement, de la partie supérieure du vase dans les conduits de graissage, ou être prise dans cette partie supérieure par un tube central qui la fait passer à travers un tube en verre dit compte-gouttes; dans ce dernier cas, l'appareil est dit à gouttes visibles.

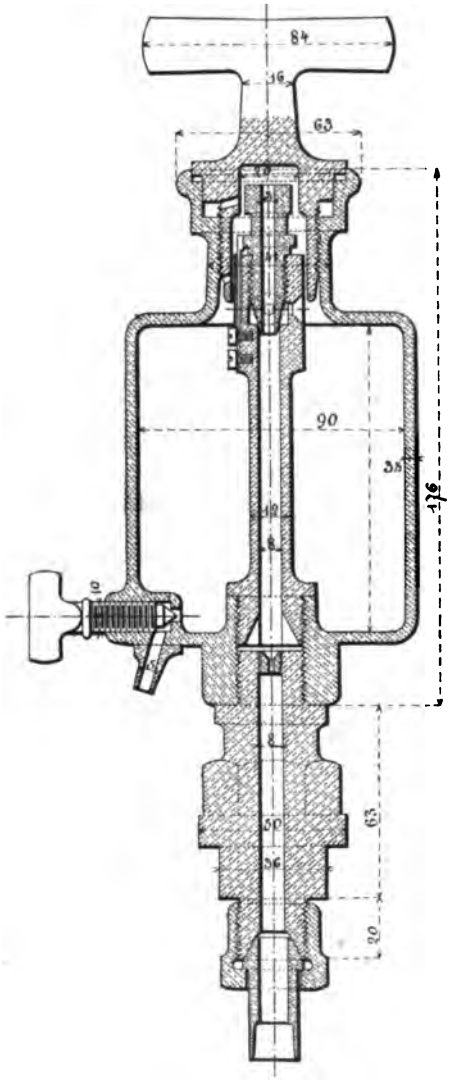


Fig. 928. — Graisseur automatique, système *Meyer*.

Le graisseur *Consolin*, un des premiers appareils à condensation extérieure qui se soient répandus, est représenté figure 930. La vapeur transmet sa pression dans le vase graisseur par t_2 communiquant avec un serpentin où se produit la condensation. L'eau ainsi formée soulève peu à peu le bain d'huile et force le liquide à s'écouler par le tube t_2 qui communique avec le tuyau de vapeur. Le réservoir est toujours plein, l'huile écoulée étant remplacée par l'eau de condensation. On peut purger par le robinet r_4. Pour remplir on ferme r_4 et r_1 et on ouvre le bouchon à vis R. Un tube en cristal indique à tout moment le niveau d'huile dans l'appareil.

En maintenant constamment ouverte la prise de vapeur de l'appareil sur la chaudière, on peut assurer le graissage à régulateur fermé.

Ce type de graisseur a été successivement modifié et perfectionné, tant en vue de faciliter le réglage que pour assurer l'automaticité parfaite et la continuité du graissage. Les appareils réalisés dans ce but sont très nombreux; certains ne s'appliquent qu'aux machines fixes ou marines, d'autres ont été spécialement étudiés en vue de leur adaptation aux locomotives. Ces appareils se placent dans l'abri sous les yeux du mécanicien; ils se répandent de plus en plus à l'étranger (*État belge;* un grand nombre de Compagnies

anglaises; presque toutes les Compagnies américaines, etc.), mais n'ont rencontré en France que peu de faveur jusqu'ici et ne sont encore employés qu'à titre d'essai. Nous donnerons comme exemple le graisseur Malarme (fig. 932), actuellement en essai à la Compagnie de l'*Est*.

Ce graisseur est monté sur la chaudière à l'arrière de la machine, sous l'abri du mécanicien et à portée de la main de ce dernier. Son fonctionnement, comme celui du graisseur Meyer, est basé sur la condensation de la vapeur dans un serpentin placé au-dessus du réservoir rempli d'huile; l'eau condensée tombe à la partie inférieure du réservoir et fait monter le niveau du lubrifiant qui s'écoule par un orifice placé à la partie supérieure. Ce dernier, dont le débit est réglé par un robinet à pointeau, descend dans un tuyau dans lequel on peut lancer, par la manœuvre d'un robinet, un courant de vapeur qui le conduit par deux tuyaux, soit aux cylindres, soit aux boîtes à vapeur.

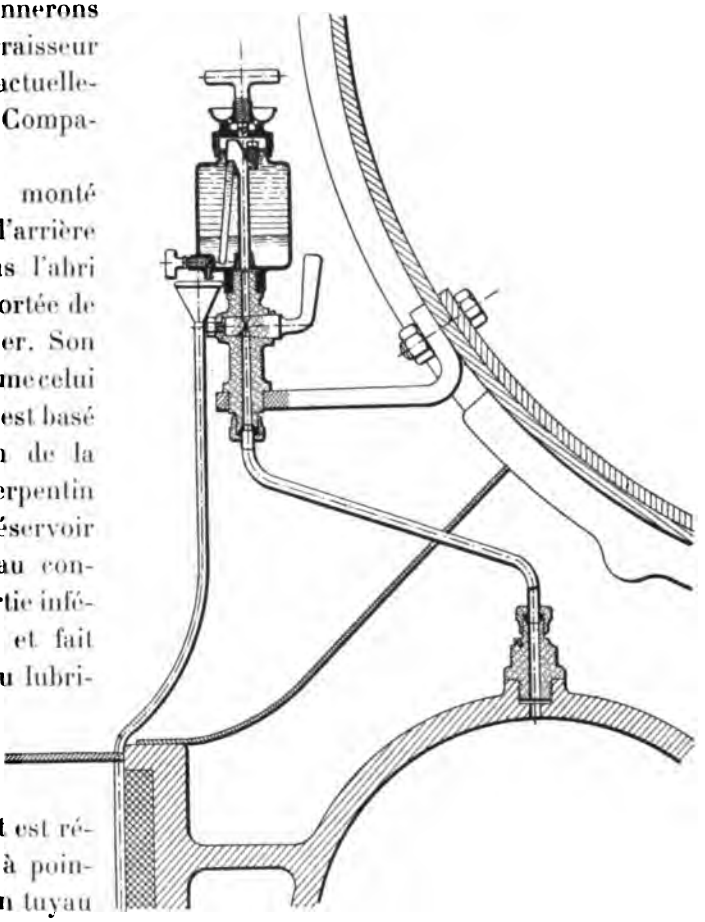


Fig. 928 *bis*. — Graisseur différentiel continu Meyer; montage de l'appareil sur une locomotive à cylindres intérieurs (*Est*).

Le graisseur *de Limon*, employé en Allemagne, est représenté figure 933. Il se comprend à la seule inspection du dessin. Des petites ouvertures munies de glace permettent de voir les gouttes d'huile à mesure qu'elles s'élèvent.

Presque toutes les locomotives américaines modernes sont munies d'un graisseur à condensation, à gouttes visibles, placé dans l'abri; la figure 934 représente le type le plus fréquemment usité, du système *Nathan*. Il comporte, comme du reste un autre modèle très employé, le *Detroit Sight feed lubricator*, deux tubes distincts que traversent séparément les gouttes se rendant aux cylindres de droite et de gauche, et en outre un tube de niveau. Certains ont un troisième tube de réglage que traversent les gouttes d'huile

servant au graissage du petit-cheval du frein Westinghouse. Ces appareils passent pour assurer un réglage facile et un graissage parfaitement automatique. Ils sont adoptés d'une manière plus ou moins générale par les grandes Compagnies, entre autres celle du ***Pennsylvania RR.***

Graisseurs à refoulement mécanique. —

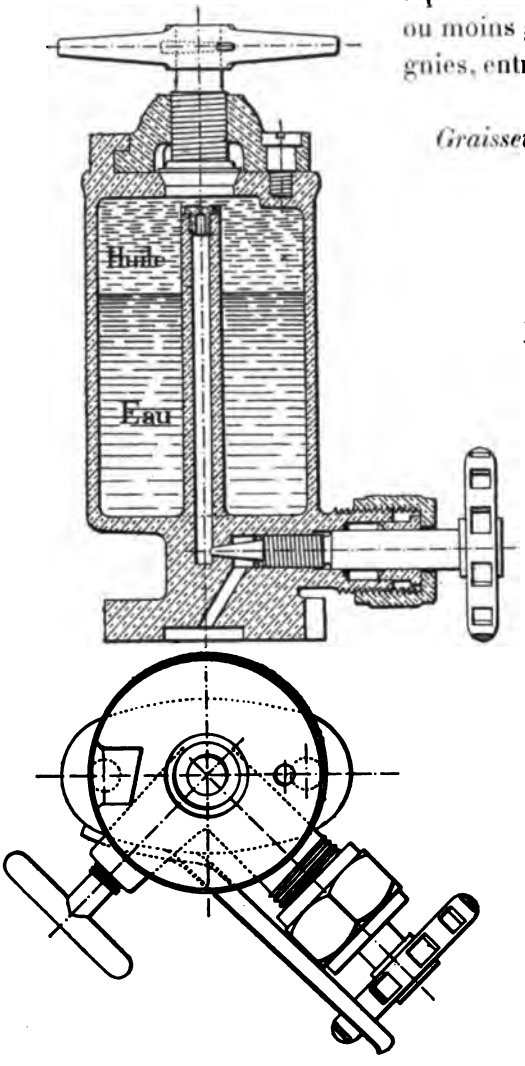


Fig. 929. — Graisseur, type *P. O.*

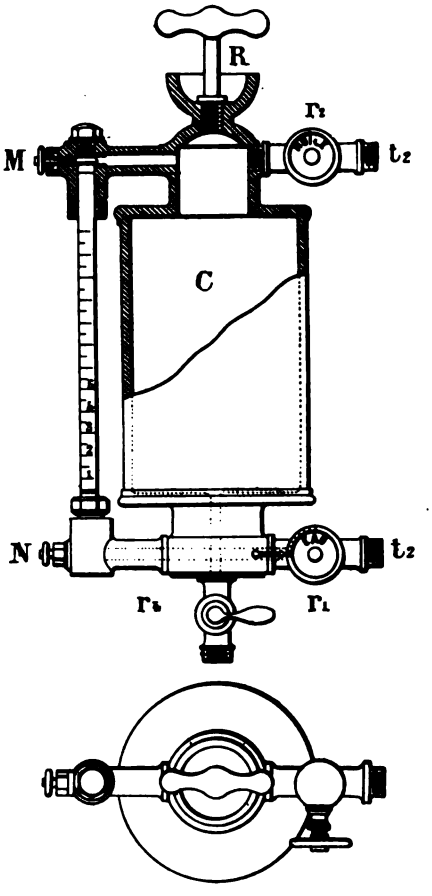


Fig. 930. — Graisseur Consolin.

Dans ces appareils, l'huile, renfermée dans un cylindre, est refoulée dans les conduits de graissage au moyen d'un piston mû progressivement, soit à la main, soit par un renvoi de mouvement emprunté à la machine.

A la première catégorie appartient le graisseur Dusert, employé par la Compagnie de ***P.-L.-M.*** (fig. 935). Cet appareil est placé contre la face arrière de la chaudière dans l'abri ; il se comprend à la seule inspection de la figure. L'enfoncement du piston est déterminé par une vis centrale que le mécanicien fait tourner à l'aide d'une poignée lorsqu'il désire effectuer le graissage.

Le graisseur *Mollerup-Drevdal*, monté sur les locomotives à grande vitesse du *Nord*, sur les express compound de l'*Ouest*, de *P.-L.-M.* et du *Midi*, et représenté figure 936-937, appartient à la seconde catégorie; le refoulement et le débit sont commandés par le mécanisme de la locomotive[1].

Cet appareil consiste en un corps de pompe A que l'on remplit d'huile au moyen d'un godet B et renfermant un piston plongeur D destiné à refouler l'huile. Ce piston, creux, est commandé par une tige filetée E qui se visse dans sa partie supérieure formant écrou; le piston monte ou descend suivant le sens de rotation de la vis. Celle-ci se termine, à sa partie supérieure, par un carré M sur lequel est montée une poignée; quand celle-ci occupe la position de la figure, elle est embrayée avec une roue dentée G qui, lorsqu'elle tourne, communique à la poignée F et par suite à la vis un mouvement de rotation ayant pour effet de faire descendre le piston.

Quand on soulève la poignée en la faisant glisser sur la partie carrée qui termine la vis, on désembraye, la poignée devient indépendante de la roue, et, en la tournant à la main, on actionne la vis, le piston monte donc ou descend suivant le sens de rotation de cette vis.

La roue G est mue par une vis sans fin qui tourne avec un rochet sous l'impulsion du levier K, grâce à un cliquet. Ce levier est relié à un organe alternatif du mécanisme qui lui imprime un mouvement d'oscillation (fig. 937).

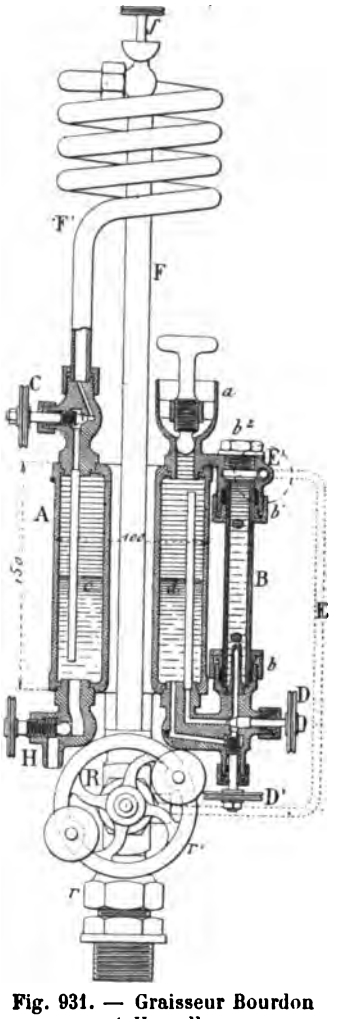


Fig. 931. — Graisseur Bourdon et Hamelle.

La quantité d'huile fournie se règle en variant l'amplitude des oscillations du levier; on fait ainsi avancer le rochet d'une ou plusieurs dents. Pour cela on peut, par exemple, relier le levier au moteur par l'intermédiaire d'un curseur; suivant la position que le curseur occupe sur le levier, l'amplitude des oscillations varie.

La piston plongeur étant à fond de course, on remplit d'huile le godet B après ouverture de la clé; on soulève la poignée F pour la désembrayer, et on tourne cette poignée à droite pour faire remonter le piston en continuant à verser l'huile dans le godet ; quand le piston est arrivé en haut de sa course

[1] Voir un article de M. Voillemier dans la *Revue Générale des Chemins de fer*, N° de janvier 1893.

et que le corps de pompe est, par suite, plein d'huile, on laisse retomber la poignée F pour qu'elle s'embraye avec la roue dentée et on ferme avec soin le godet B.

L'appareil étant ainsi disposé, lorsque la machine est en marche, le piston descend et l'huile refoulée passe par un robinet à clapet dans la conduite de graissage qui aboutit au point où l'on veut introduire l'huile. A l'extrémité de cette conduite est placée une soupape de retenue qui, ne s'ouvrant que

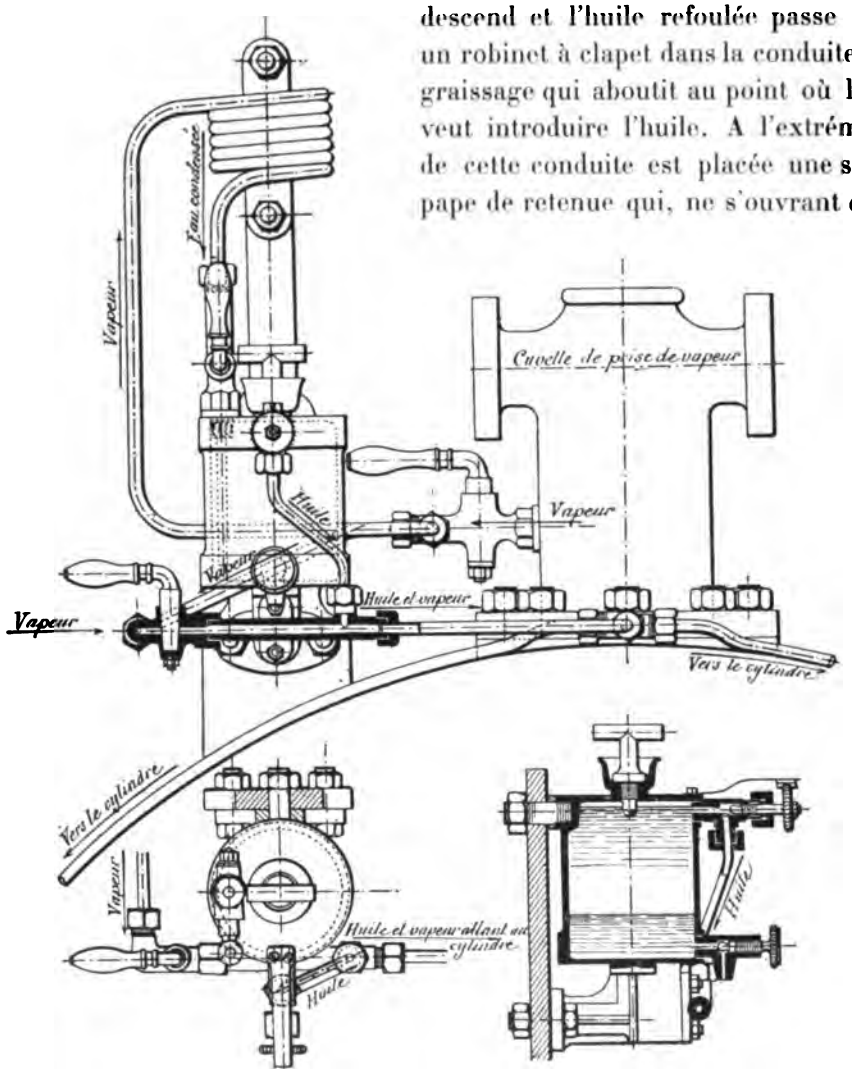


Fig. 932. — Graisseur Malarme.

sous la pression de l'huile, a pour but d'empêcher l'écoulement pendant l'arrêt.

Quand le plongeur est arrivé à fond de course, il fait corps avec la vis E et tourne alors dans sa garniture sans descendre.

La figure 937 indique le mode de montage de cet appareil sur des locomotives à grande vitesse de la Compagnie du *Nord* (série 2821-2860).

Le *graisseur multiple Bourdon*, représenté figure 938, a été appliqué en par-

ticulier aux locomotives de la Compagnie de l'*Est* munies de la distribution Lencauchez et Durant, et aux dernières machines compound à grande vitesse du *Nord*. Il se compose :

1° D'un réservoir à huile R de 5 litres de capacité fermé à sa partie supé-

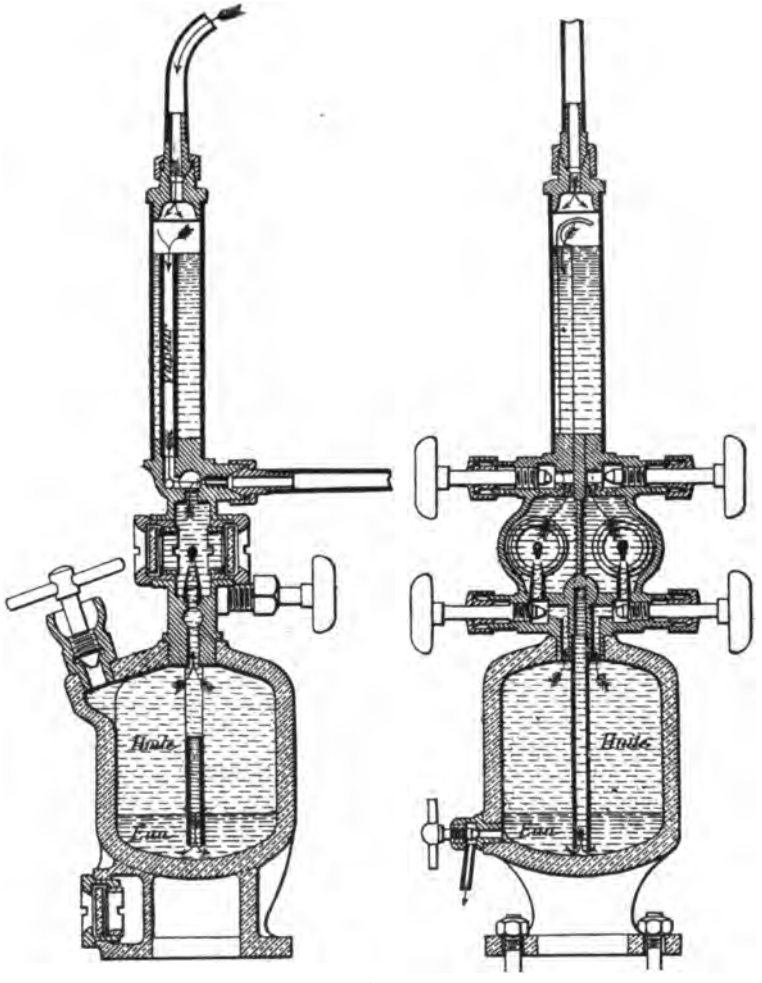


Fig. 933. — Graisseur à condensation, système *de Limon*.

rieure par un couvercle muni d'une ouverture pour son remplissage ; un tube de niveau en verre permet de se rendre compte du niveau qu'occupe l'huile dans le réservoir ;

2° D'un corps de pompe S fixé sur la face extérieure du réservoir R. Le corps de pompe communique avec le réservoir R par un orifice I ; il présente, en outre, vers le tiers de sa hauteur à partir du haut, 4 orifices fermés par des boîtes munies de clapets pressés par des ressorts, d'où partent les tuyaux distributeurs de l'huile ;

3° D'un piston plongeur qui se meut à l'intérieur du corps de pompe d'une

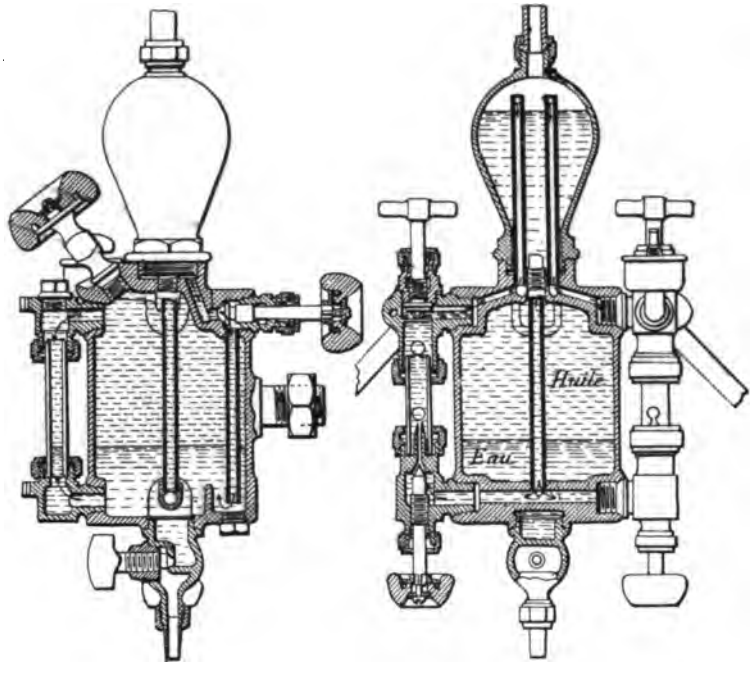


Fig. 934. — Graisseur automatique *Nathan*.

façon alternative, en entraînant dans son mouvement deux segments circulaires en acier formant tiroirs, fendus suivant une génératrice, qui sont appliqués par leur élasticité contre la paroi intérieure du cylindre. Deux vis, pénétrant dans la fente de ces segments, leur servent le guidage et en assurent la position relative. Le segment inférieur sert à permettre le passage de l'huile du réservoir dans le corps de pompe pendant la période de montée du piston qui est la période d'aspiration ; pour cela, un trou ménagé sur ce segment a été amené en concordance avec l'orifice de communication I à la fin du mouvement de descente du piston, et cette concordance subsiste jusque vers la fin du mouvement de montée du piston où le segment est entraîné en sens inverse pour fermer l'orifice I. Le piston entraîne le segment au moyen de deux rondelles placées à une distance convenable l'une de l'autre et plus grande que la hauteur du segment, ce qui permet que

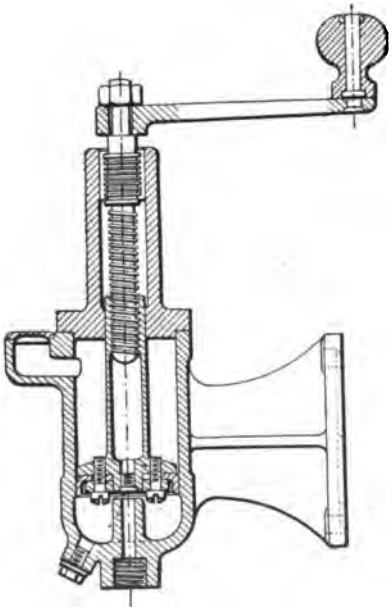


Fig. 935. — Graisseur mécanique à main des *Chemins de fer P.-L.-M.*

celui-ci reste en place pendant le temps nécessaire à l'aspiration, puis au refoulement.

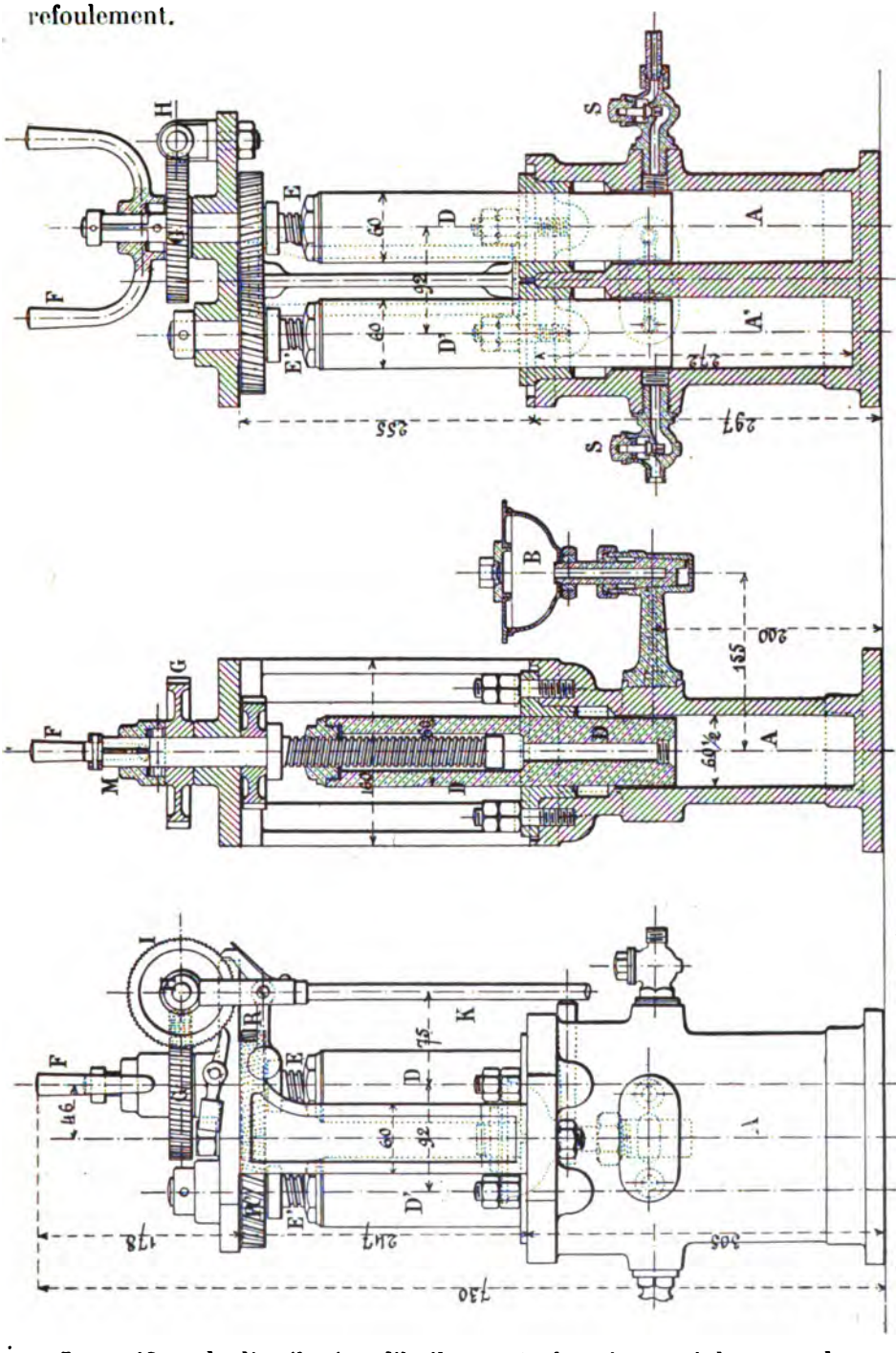


Fig. 936. — Graisseur Mollerup-Drevdal ; élévation et coupes.

Les orifices de distribution d'huile percés dans la paroi du corps de pompe sont, de même, mis successivement pendant le mouvement de descente du

piston, c'est-à-dire pendant la période de refoulement, en concordance avec des orifices correspondants percés dans un second segment en acier, également solidaire du mouvement du piston, par l'intermédiaire de deux rondelles entre lesquelles il est compris et qui l'entraînent d'une façon continue. C'est

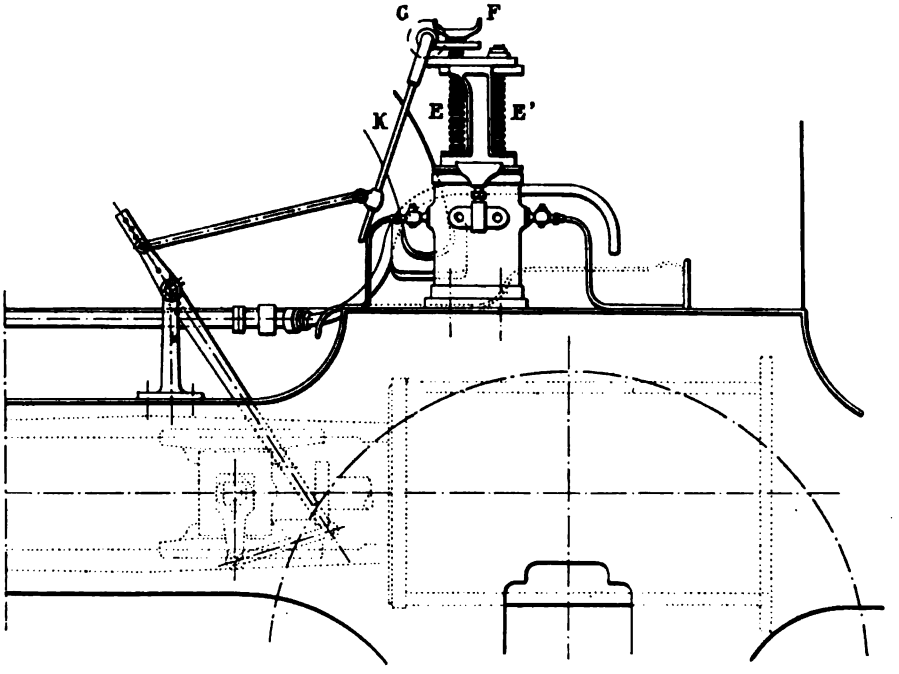


Fig. 937. — Disposition générale et transmission de mouvement.
Graisseur Mollerup-Drevdal (*Nord*).

par ces orifices que l'huile est lancée alternativement vers chacune des séries des organes à graisser.

Le mouvement est donné au piston au moyen d'une manivelle faisant corps avec un arbre qui traverse le réservoir vers sa partie supérieure. Cet arbre, qui porte vers son autre extrémité une roue à rochet de 60 dents, est actionné d'une façon continue par un cliquet dont le levier de commande est relié, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, par une bielle et un renvoi de mouvement, à une petite manivelle montée sur le prolongement de l'arbre de commande des tiroirs d'admission.

Chaque tour de roue, produisant une double oscillation de cet arbre, fait tourner le rochet d'une dent et fait monter ou descendre le piston du graisseur d'une quantité correspondante. Une course complète du piston dans chaque sens est donc obtenue en 30 tours de roue, et l'émission du graissage vers chacun des points à graisser a lieu tous les 60 tours de roues.

Un volant sert à produire à la main, d'une façon rapide, le mouvement du piston lorsque cela est nécessaire, et notamment lors de la mise en fonction-

nement du graisseur pour produire d'abord l'évacuation de l'air contenu dans le cylindre, que l'on expulse en desserrant une vis à pointeau P placée à la partie supérieure du cylindre et que l'on ne visse à nouveau qu'après

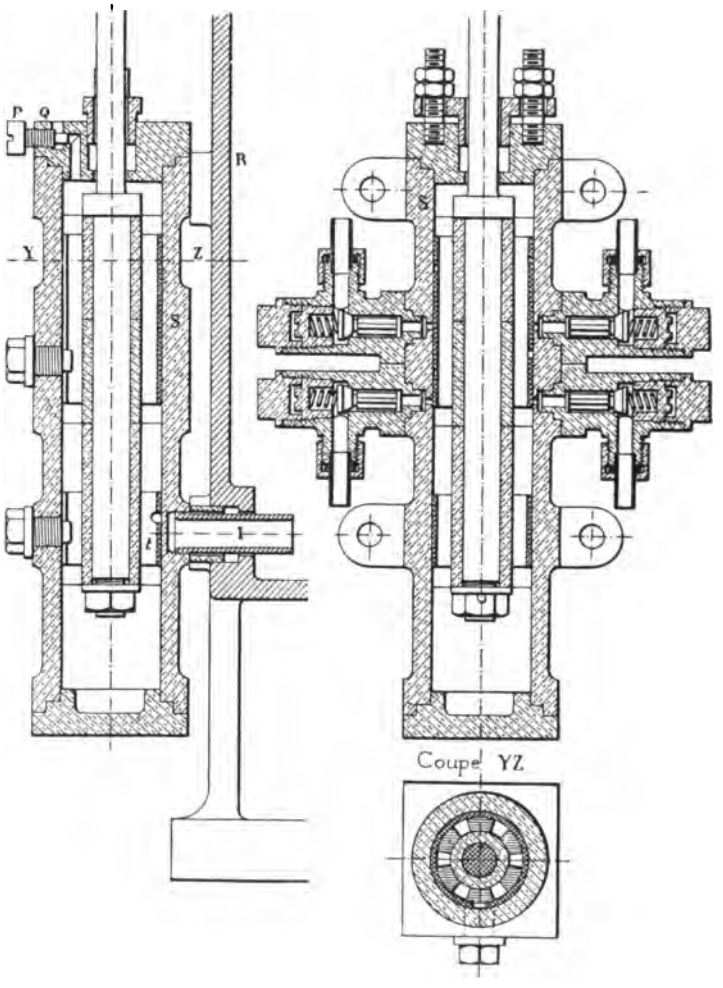


Fig. 938. — Graisseur Bourdon ; coupes.

que l'huile non mélangée d'air s'écoule par l'orifice Q, et pour ensuite remplir d'huile les conduites.

L'huile refoulée par les deux orifices inférieurs de distribution est dirigée directement vers les conduites d'amenée de la vapeur qu'elle graisse avant son arrivée au cylindre. Un petit clapet de retenue est placé à l'insertion sur les conduites d'amenée de vapeur.

En résumé, pour le graissage des cylindres, deux genres différents d'appareils sont en présence. D'une part, les graisseurs à condensation, de

beaucoup les plus répandus; d'autre part, les graisseurs mécaniques préférés par quelques administrations françaises, tout au moins pour leurs types de machines les plus récents et les plus remarquables.

Les graisseurs à condensation ont pour eux leur simplicité, l'absence totale d'organes en mouvement ; ils ne s'usent pas et ne donnent lieu qu'à des frais d'entretien des plus minimes. D'autre part, ils sont assez délicats et capricieux ; sujets à se déranger, ils demandent, de la part du personnel, du soin et de l'attention.

Les graisseurs mécaniques sont plus compliqués, comprennent des organes mobiles nombreux et sujets à l'usure ; ils coûtent plus cher de premier achat et d'entretien, mais leur fonctionnement est assuré en toutes circonstances. Tant que la provision d'huile que doit contenir leur réservoir n'est pas épuisée, on peut être sûr qu'ils remplissent efficacement le but pour lequel ils sont employés.

Chaque système présente, on le voit, ses avantages et ses inconvénients; ce sont les circonstances et les besoins spéciaux, aussi bien que les résultats de l'expérience, qui, dans chaque cas particulier, font décider l'adoption de l'un ou l'autre d'entre eux. Nous ne serions pas étonné cependant que l'avantage ne finisse par rester aux graisseurs à condensation.

CHAPITRE XI

LE TENDER

Approvisionnements d'eau et de combustible. — Plus grands parcours effectués sans arrêt. — Mode de construction des tenders. — Caisses à eau et à combustible. — Condensation de la vapeur d'échappement. — Remplissage des tenders au cours de route. — Chargement du combustible.

356. Approvisionnements d'eau et de charbon. — La dépense d'eau et de combustible d'une locomotive varie nécessairement avec le travail produit, c'est-à-dire avec le poids et la vitesse des trains et suivant les difficultés que présente le profil. La consommation d'eau des plus puissantes locomotives à grande vitesse peut atteindre, mais dépasse rarement 110 l. par kilomètre ou 8,8 m³ à l'heure à la vitesse moyenne de 80 km.; en moyenne, on peut compter sur un chiffre plus faible, soit de 70 à 90 l. par kilomètre. L'approvisionnement doit être suffisant pour permettre à la machine d'effectuer facilement, dans les conditions les plus défavorables, les plus longs parcours sans arrêt que comporte leur service.

La plupart des administrations, en France comme à l'étranger, ont dû dans ces dernières années augmenter de plus en plus l'espacement des points d'arrêt des trains rapides; si les conditions géographiques du réseau imposent des points d'arrêt peu espacés, par suite du rapprochement des gares importantes par exemple, on peut avoir quand même intérêt à disposer les tenders comme si les stationnements se trouvaient plus éloignés, afin d'éviter les pertes de temps aux stations pour le remplissage des caisses et ramener à une durée d'une minute des arrêts qui, autrement, en demanderaient cinq ou six.

C'est en Angleterre, grâce à la grande spécialisation des trains, et aux Etats-Unis, en raison de l'éloignement des grands centres, que les trains express effectuent les plus grands parcours sans arrêt. Le plus long, à notre connaissance, de tous ceux qui ont été faits en service courant, est celui de Londres à Exeter sur le *Great Western Railway* (312,2 km.); viennent ensuite ceux de Willesden à Crewe (245,8 km.) et de Crewe à Carlisle

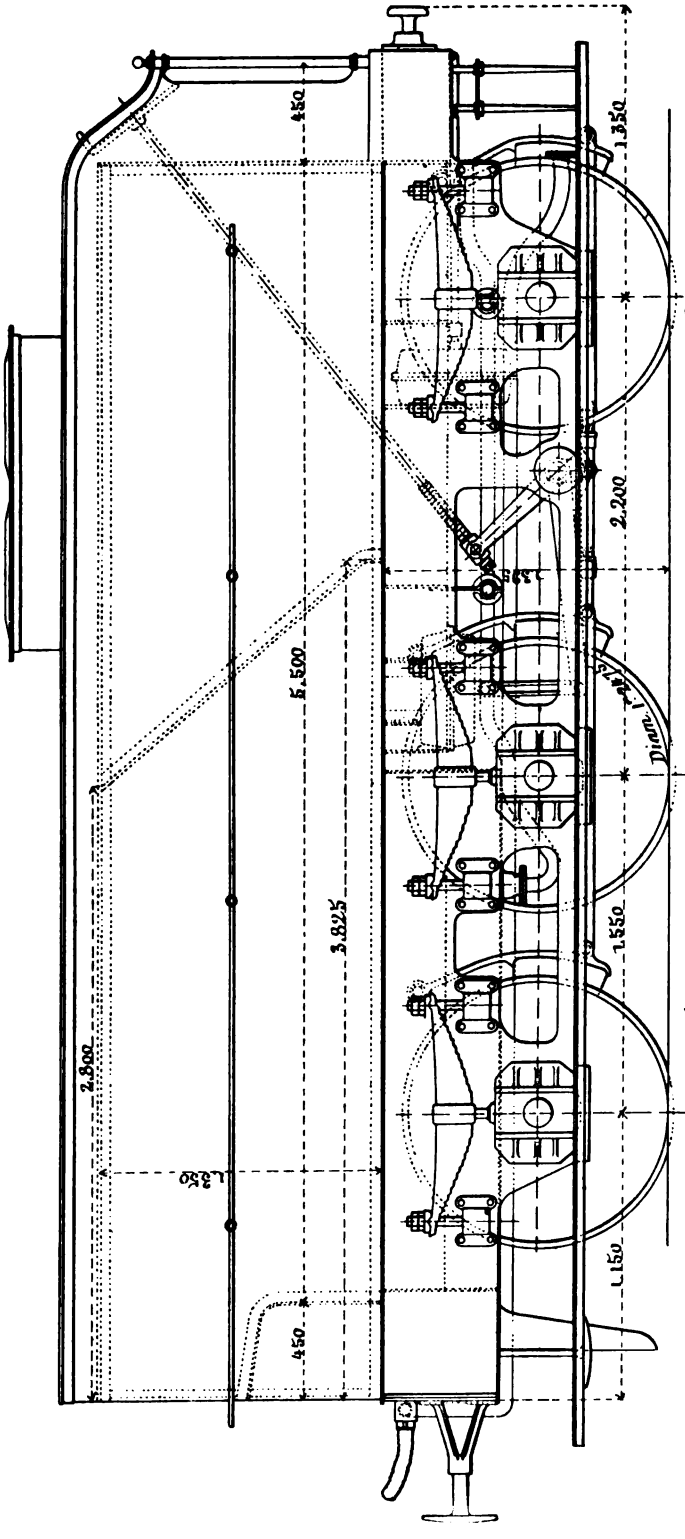


Fig. 939. — Tender des locomotives à grande vitesse (type *Outrance*) du *Chemin de fer du Nord*. (Élévation.)

(227 km.) sur le *London and North Western;* de Londres à Newport (231 km.), encore sur le *Great Western;* de Newcastle à Edimbourg (207,6 km.), de Carlisle à Stirling (189 km.) et à Edimbourg (162 km.) sur le *Caledonian Ry ;* de Perterborough à York (180 km.) sur le *Great Northern* et beaucoup d'autres (voir p. 160, t. I).

Aux États-Unis, on compte un parcours d'environ 250 km., et un grand nombre de trajets compris entre 150 et 200 km. Entre New-York et Chicago, par exemple, sur une distance peu inférieure à 1 600 km., le *Pennsylvania Limited* ne s'arrête qu'à six gares intermédiaires. Entre Buffalo et New-York (704 km.), l'*Empire State express* s'arrête quatre fois seulement.

Les plus longs parcours sans arrêt effectués en Angleterre et aux États-Unis *n'ont lieu que sur des lignes*

où l'on pratique la prise d'eau en cours de route au moyen des auges et des appareils Ramsbottom.

En France, le plus long parcours sans arrêt effectué en service régulier est celui de Calais à Amiens (164 km., *Nord*); viennent ensuite ceux de Laroche à Dijon (160 km., *P.-L.-M.*), Paris à Reims (156 km., *Est*), Paris à Saint-Quentin (154 km., *Nord*), Paris à Rouen (140 km., *Ouest*), etc. Dans bien des cas, ces parcours sont limités par les conditions d'exploitation et non par le rayon d'action des machines. Ainsi, les nouveaux tenders des Compagnies de l'*Ouest* et du *Nord* permettraient à leurs machines d'aller respectivement sans arrêt de Paris au Havre et à Lille, s'il était nécessaire.

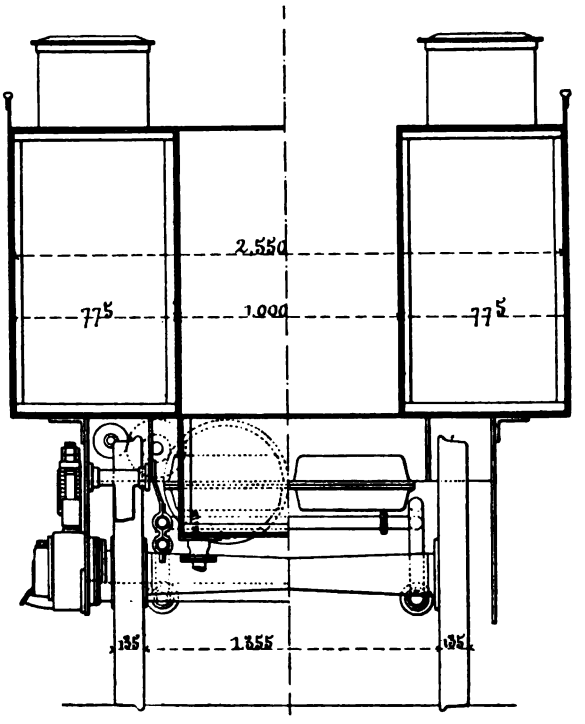


Fig. 940. — Tender des locomotives à grande vitesse (type *Outrance*) du *Chemin de fer du Nord* (coupes transversales).

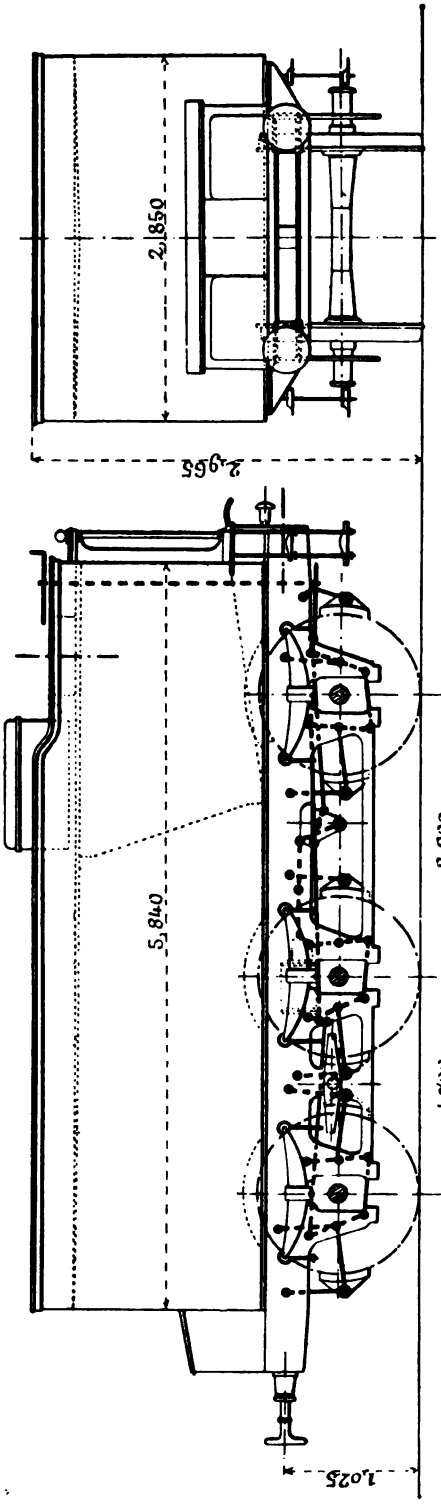
Des parcours sans arrêt de 180 à 200 km. nécessitent, pour parer à tout imprévu, l'emploi de tenders d'une contenance de 17 à 20 m³. Cet approvisionnement constituant un poids mort, aussi bien que celui du véhicule qui les porte, on doit le réduire au strict minimum, mais sans cependant descendre au-dessous de la limite qui ne permettrait plus d'assurer le service en toute sécurité et de parer aux éventualités.

D'après le taux moyen de vaporisation admis, l'approvisionnement de combustible pourrait être environ sept fois moins grand que celui de l'eau, mais, le renouvellement du charbon ne pouvant se faire aussi facilement ni aussi vite et ne pouvant même être effectué lorsque les machines sont en tête de leur train, il est nécessaire de l'augmenter pour qu'il suffise au plus long parcours qu'ait à faire la machine. Cet approvisionnement atteint parfois 5 t.

Pour les machines à marchandises, appelées à des arrêts très fréquents et prolongés, des tenders de 6 à 8 m³ sont ordinairement suffisants. Pour les machines à voyageurs, appelées à d'autres services que la banlieue, on descend rarement aujourd'hui au-dessous de 8 à 10 m³. Les locomotives à grande

vitesse accomplissant sans arrêt les parcours cités plus haut sont accompagnées de tenders d'une contenance minimum de 14 m³ et maximum de 20 m³.

Grâce à la généralisation des appareils de prise d'eau en route, la contenance des tenders anglais dépasse rarement de 13 à 15 m³, à part celle des tenders express du *North Eastern* qui atteint presque 18 m³. La même réflexion s'applique aux tenders amé-



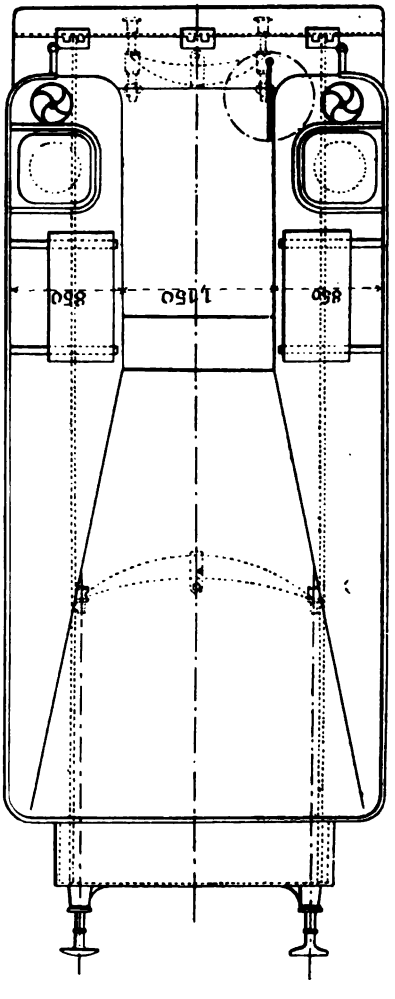


Fig. 941. — Tender de 20 mètres cubes des *Chemins de fer de l'Est*.

ricains qui, bien que montés sur bogies, ont rarement des caisses d'une contenance supérieure à 16 m³.

Quand la contenance des caisses peut ne pas dépasser 4 à 5 t., on peut disposer ces caisses sur la machine elle-même, qui appartient alors au type tender.

357. Généralités sur les tenders. — Le tender, qui forme le complément de la locomotive et n'est jamais séparé d'elle en service, est généralement, au

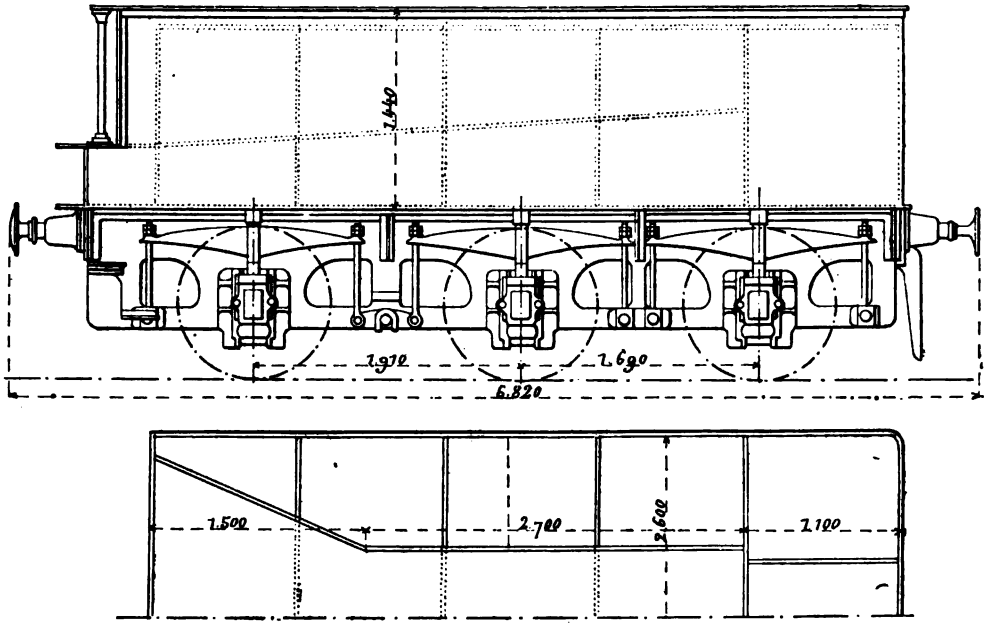


Fig. 942. — Tender de l'*État belge*.

point de vue des détails de construction, traité comme la locomotive elle-même; les caisses sont montées sur un châssis analogue à celui de la machine.

On cherche en effet à donner à ce véhicule, soumis à de fortes charges par essieu et à une grande fatigue, la même solidité qu'à la machine elle-même. En outre, les tenders étant ordinairement construits ou du moins étudiés dans les mêmes ateliers que les locomotives, il est peu étonnant que les mêmes tendances aient prévalu. On peut se demander toutefois si elles sont parfaitement justifiées. Le tender étant en réalité une caisse à eau et à charbon montée sur roues, est-il bien nécessaire de donner à ses organes la rigidité et la solidité indispensables à ceux des locomotives soumises à d'autres efforts et dont le montage doit être opéré avec une précision toute mécanique. Les Américains, par leur pratique journalière, ont démontré que l'on pouvait

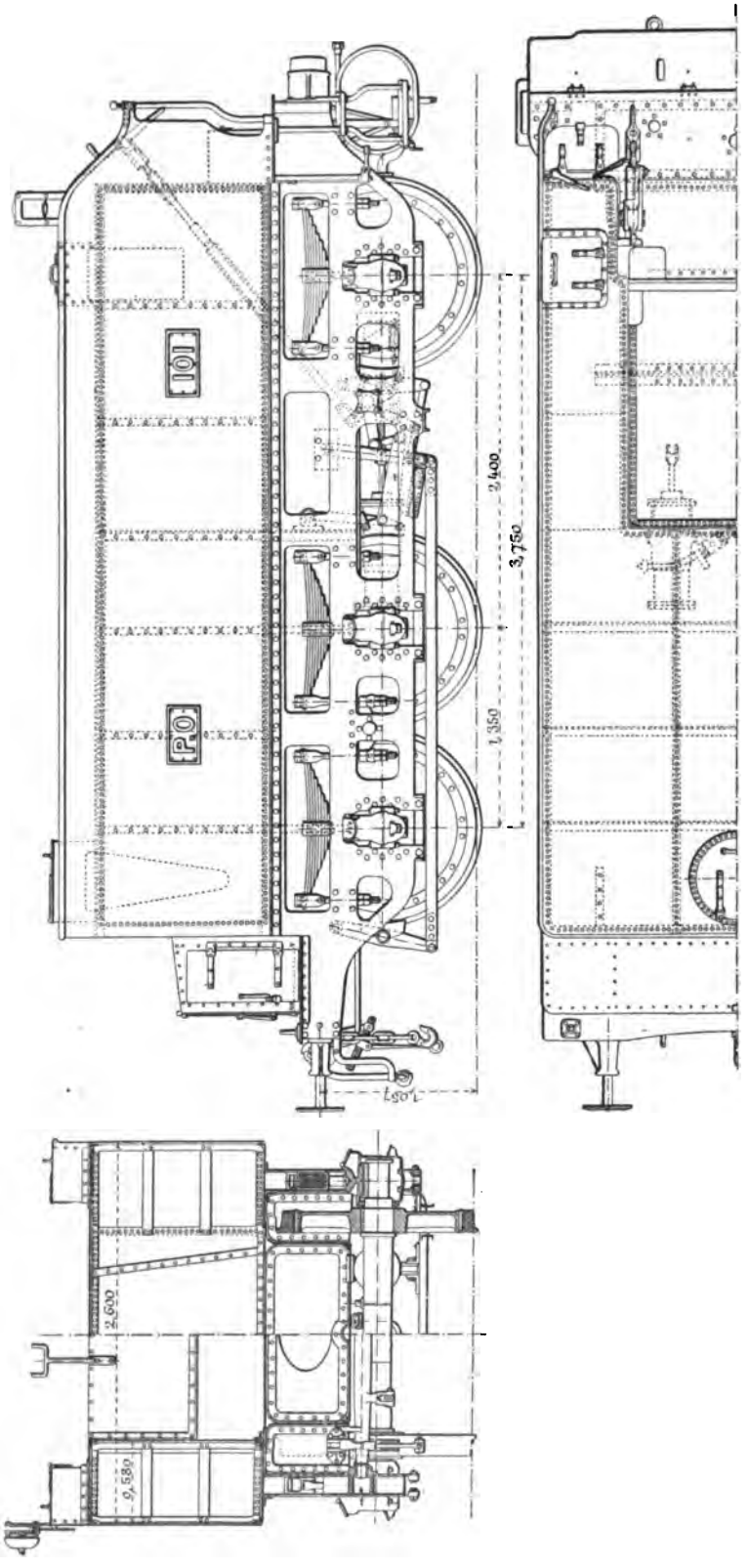


Fig. 943. — Tender de 14m3,50 du *Chemin de fer d'Orléans*.

envisager le problème tout autrement et obtenir à très bon compte des ten

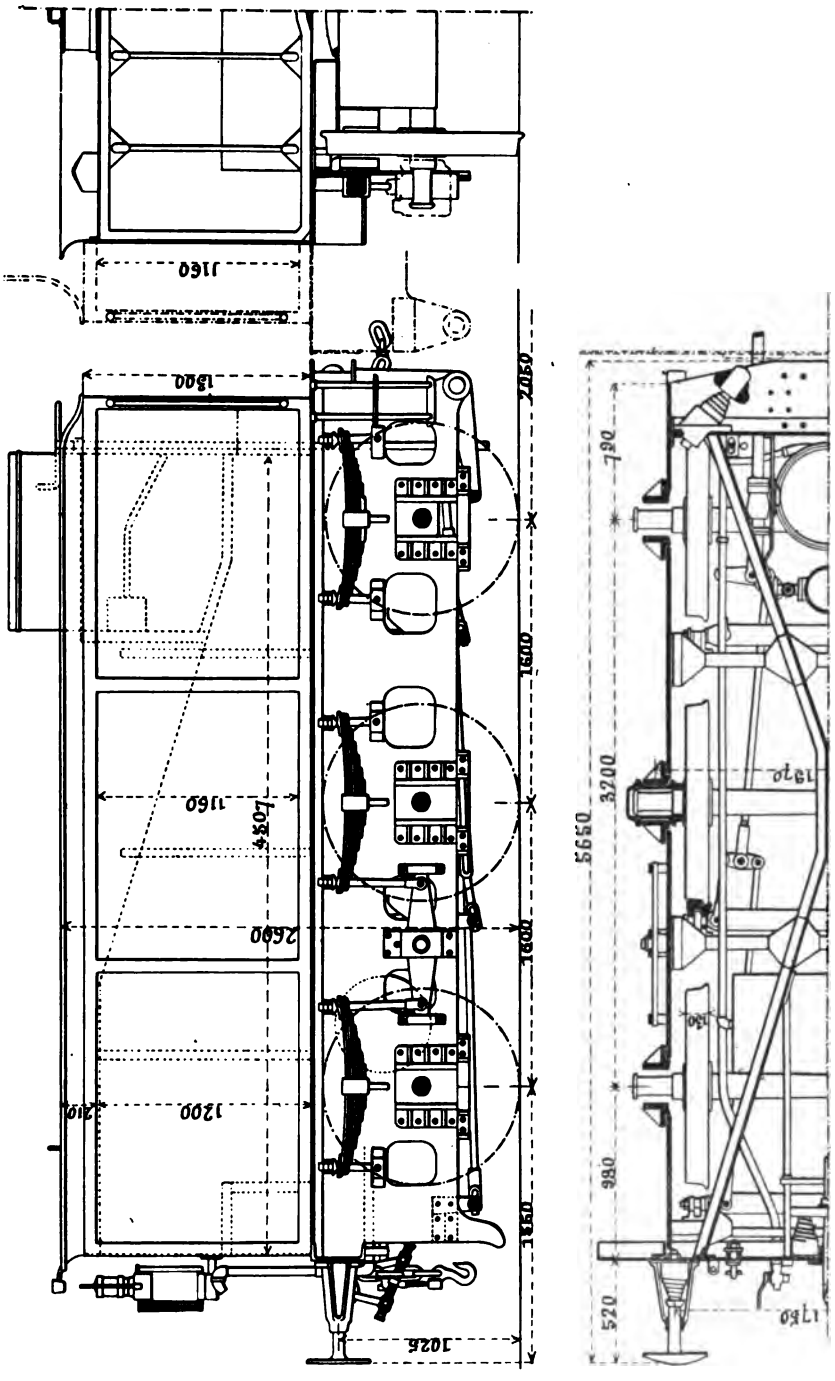


Fig. 914. — Tender des locomotives à voyageurs de l'*État danois*.

ders solides et capables de répondre à toutes les exigences du service, en les exécutant comme de simples wagons à eau et à charbon, un peu plus

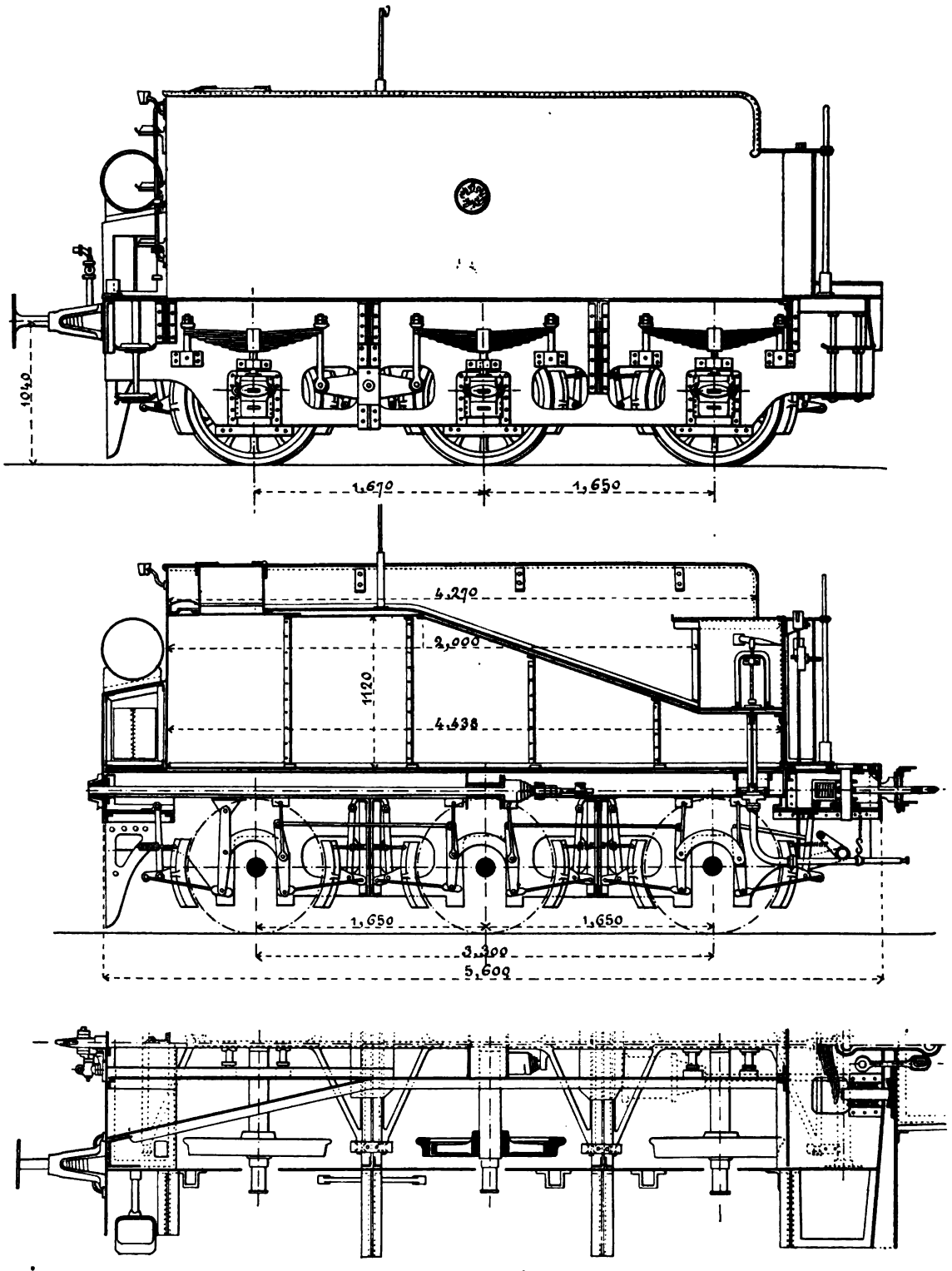


Fig. 945. — Tender de l'*État prussien*.

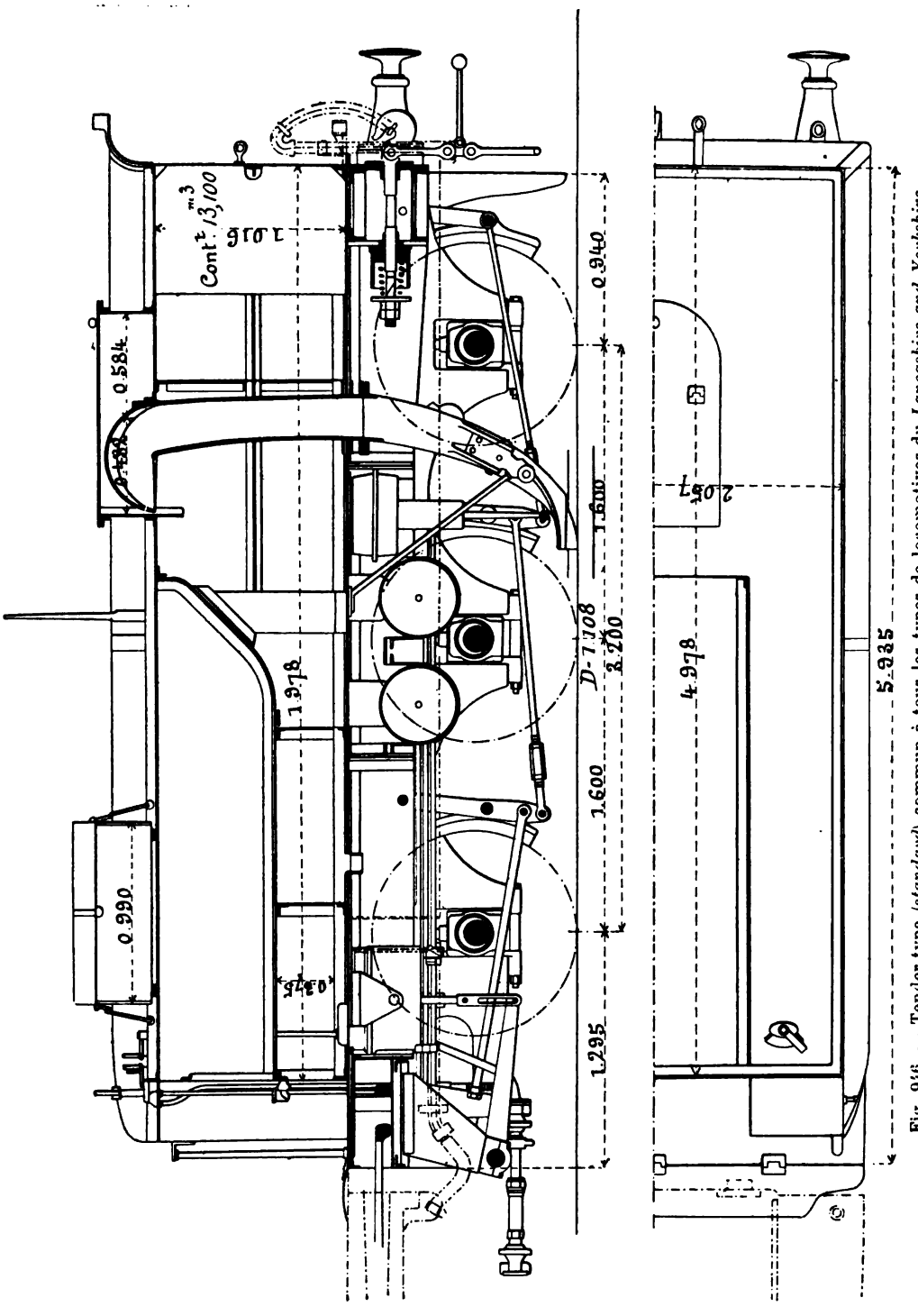


Fig. 946. — Tender-type (*standard*) commun à tous les types de locomotives du *Lancashire and Yorkshire*. Ce tender est muni des appareils permettant la prise d'eau en route.

robustes seulement. Partant des mêmes principes, la Compagnie de l'*Ouest* a fait construire, en 1897, un lot de tenders de 18 m³, montés sur bogies,

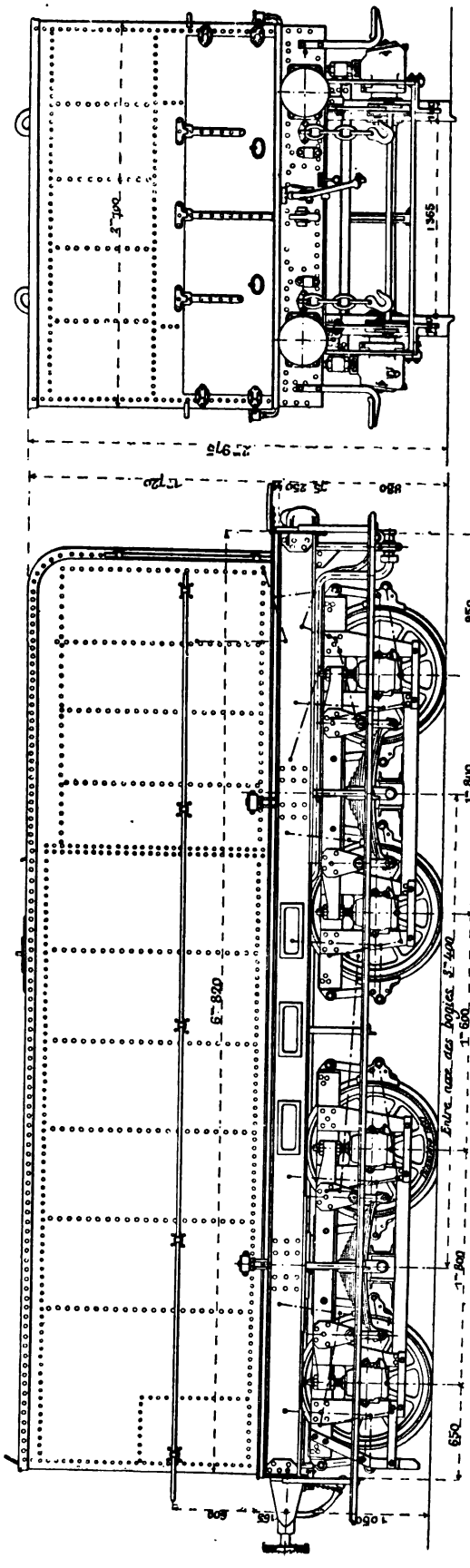


Fig. 947. — Nouveau tender à bogies, des *Chemins de fer de l'Ouest*.

dont toutes les parties constituant le véhicule ont été étudiées comme elles l'auraient été pour des wagons de même capacité. On a pu ainsi obtenir des tenders qui paraissent devoir donner toute satisfaction et dont le prix au kilogramme est d'environ 35 0/0 inférieur à celui des tenders ordinaires. Il est difficile encore de décider si ces tendances sont appelées à se généraliser en Europe, car la conviction de tous les ingénieurs n'est pas faite, mais il y a là plus qu'une tentative intéressante et nouvelle qu'il nous était impossible de ne pas signaler.

C'est le poids du tender et des approvisionnements et la charge admise par paire de roues qui déterminent le nombre des essieux des tenders; la charge de 15 t. par paire de roues est ordinairement considérée comme une limite assez élevée, bien qu'on l'ait parfois dépassée, un peu à tort. Les anciens tenders employés en France n'avaient que deux essieux; il en est encore de même des tenders appelés à ne porter que de 10 à 12 t. d'eau. Les tenders d'une contenance supérieure ont au moins trois essieux; ceux dont la capacité atteint ou dépasse 18 t.

sont à quatre essieux; la Compagnie de l'*Est* a toutefois en service des tenders de 20 m³ montés sur trois essieux. Quand les essieux sont au nombre de quatre, on les réunit ordinairement deux par deux pour constituer un bogie, le véhicule étant ainsi monté sur deux trucks identiques. C'est le cas des nouveaux tenders des Compagnies du *Nord* et de l'*Ouest* et de tous les tenders américains, bien que ceux-ci aient souvent une contenance moins considérable. C'est que les Américains regardent avec raison avant tout à réduire la charge par essieu de ces véhicules, de même que les Anglais qui montent sur trois essieux leurs plus petits tenders. Quelques tenders de 20 m³ appartenant à la Compagnie de *P.-L.-M.* sont montés sur quatre essieux rigides sans articulation.

On doit considérer que les tenders à bogie sont appelés à se répandre; il est peu probable que, dans l'avenir, on construise des tenders de plus de 18 m³ qui ne soient pas montés sur trucks.

La *Glasgow and South Western Ry* a mis en service quelques tenders d'un type particulier. L'arrière est supporté par deux essieux parallèles maintenus par le châssis principal. L'avant repose sur un bogie comme la locomotive.

358. Mode de construction des tenders. — Les tenders se composent d'un châssis, d'une caisse et de différents accessoires que nous examinerons séparément.

Châssis. — Nous dirons peu de chose du châssis, qui ne diffère pas matériellement de celui des locomotives. Il se compose de deux longerons, rigoureusement parallèles, réunis par des traverses extrêmes et des entretoises intermédiaires parfois reliées, comme dans les wagons, par des croix de Saint-André en tôle et cornières avec des goussets d'attache. Aujourd'hui, ces longerons se font en tôle découpée comme ceux des machines, mais, autrefois, on les a souvent faits en bois doublé de tôle. Parfois, les longerons sont doubles et encadrent les roues, mais ceux qui se trouvent à l'intérieur ne portent pas de plaques de garde, chaque essieu n'ayant que deux fusées.

Les longerons principaux sont extérieurs dans l'immense majorité des tenders. La Compagnie du *Midi* et celle du *London Brighton* ont seules des tenders à châssis intérieur. En ce qui concerne la Compagnie anglaise, cette pratique a été introduite par M. Stroudley pour réduire le nombre des types de roues, les essieux montés porteurs des machines, elles-mêmes à châssis intérieur, devant être aussi utilisés pour les tenders, ce qui simplifiait les approvisionnements. Les boîtes, étant intérieures aux roues, sont peu accessibles ; au *Brighton*, on effectue leur graissage et celui des plaques de garde à l'aide de réservoirs d'huile, comportant chacun trois conduits à mèches, placés au-

dessus des caisses sur le côté ; des petits tuyaux en laiton conduisent l'huile sur les surfaces à lubrifier.

Certaines Compagnies anglaises n'emploient qu'un type de châssis pour

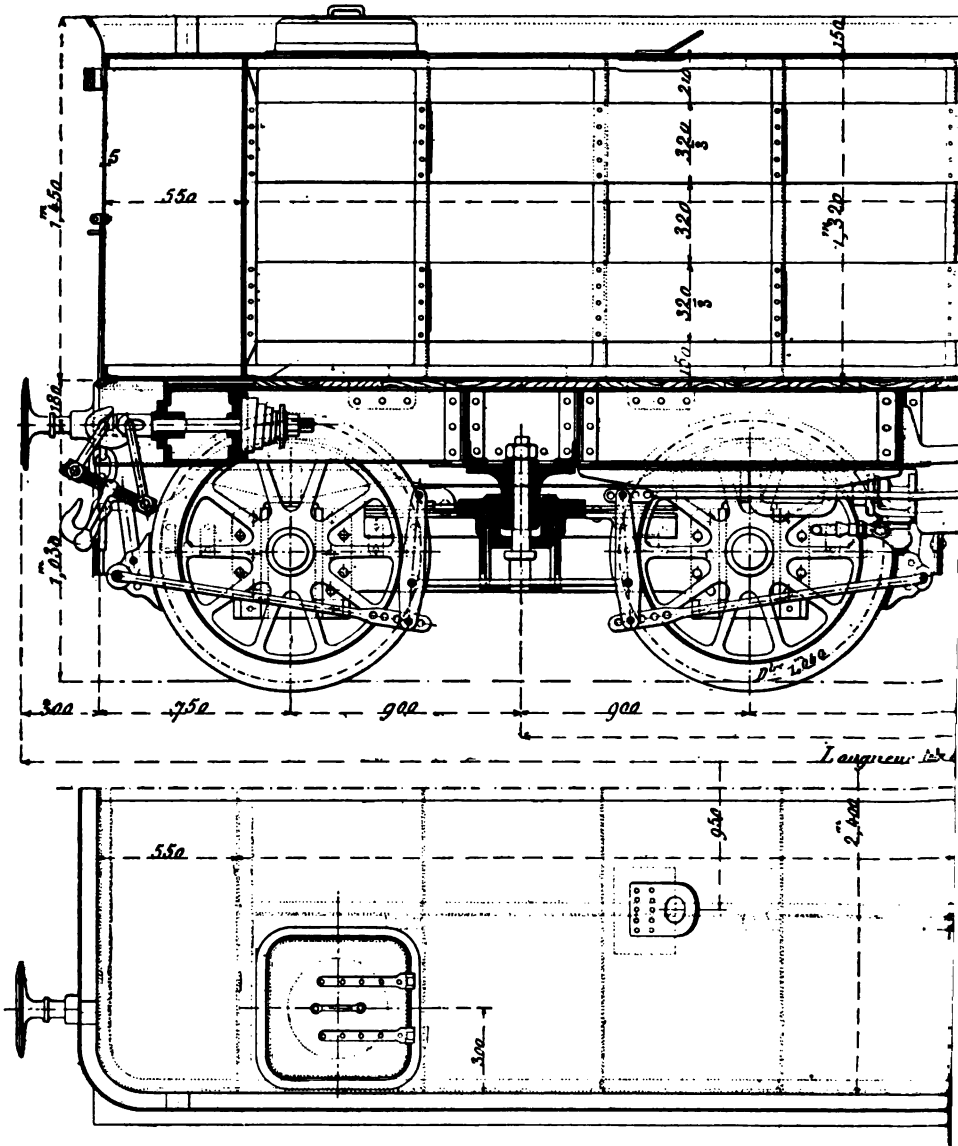
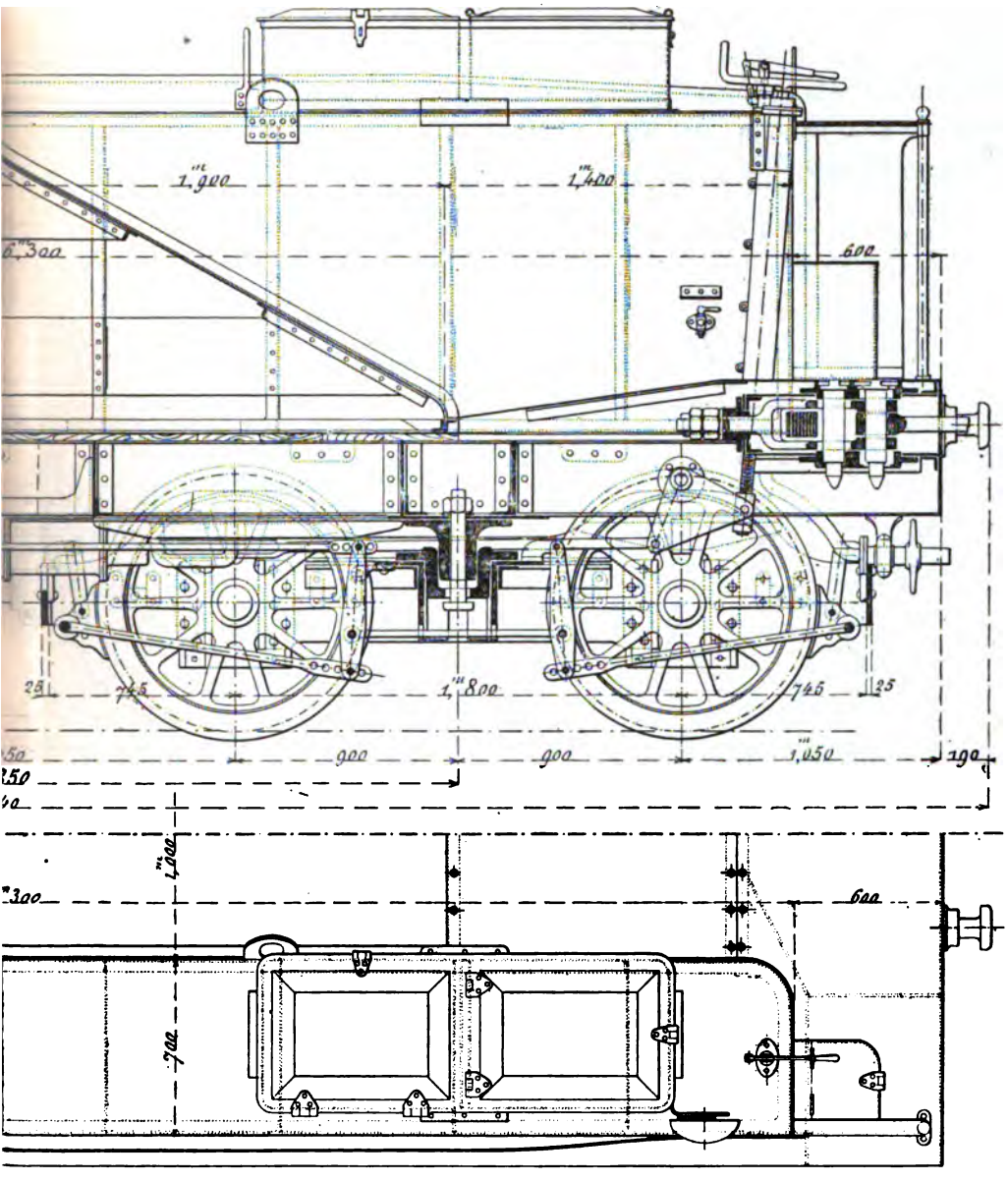


Fig. 948. — Tender à bogies des locomotives comp

tous leurs tenders, châssis symétriques et simples dont les longerons sont parfois en tôle emboutie de Fox.

Les glissières de plaques de garde sont semblables à celles des locomotives. Les boîtes, extérieures pour être plus accessibles, sont d'un système plus

ou moins dérivé du type Delannoy, ou, à l'étranger, parfois du type à porte.



nde vitesse (série 2158-2160) du *Chemin de fer du Nord*.

Les roues sont analogues à celles des machines et ordinairement ont des corps en fer forgé avec bras. En Angleterre, l'acier moulé est d'un emploi aujourd'hui presque général.

Certaines Compagnies commencent à employer des roues pleines qui ont

l'avantage de soulever moins de poussière, avantage qui n'est compensé par aucun inconvénient dans l'espèce, puisque, les boîtes étant extérieures, leur accessibilité n'est pas diminuée. Les roues pleines se font en fonte aux États-Unis, en acier moulé partout ailleurs, sauf en France où l'on emploie de préférence le fer étampé. La Compagnie du *Great Western Ry* a récemment appliqué aux tenders récents — comme aux bogies de quelques machines — des roues Mansell à centres en bois.

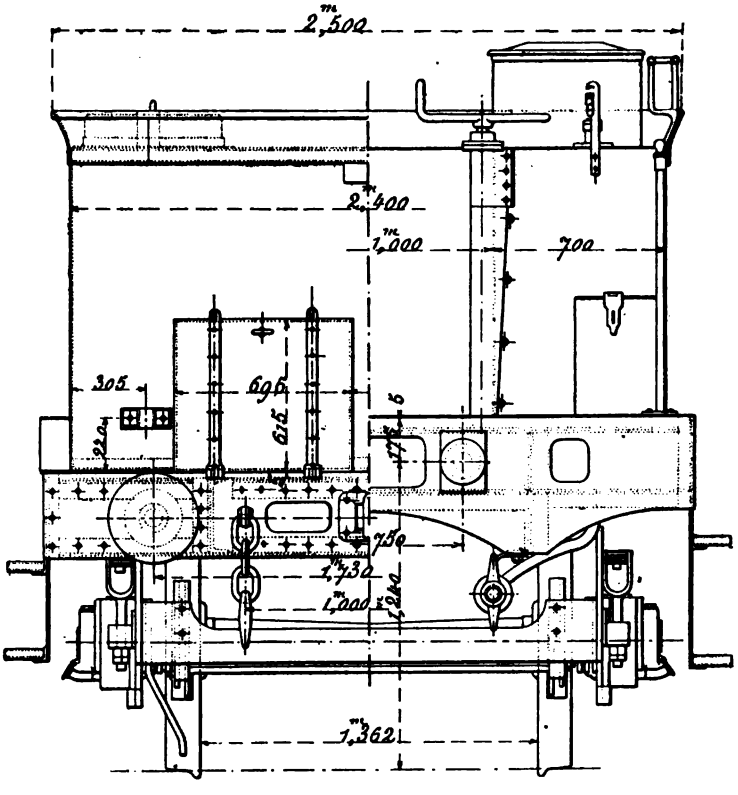


Fig. 949. — Vue d'arrière et coupe transversale du tender représenté ci-dessus.

Les bogies des tenders peuvent être construits comme ceux des machines : ils sont alors du type américain, ou à quatre ressorts indépendants. On trouvera (fig. 952) le dessin des trucks des nouveaux tenders de la Compagnie de l'*Ouest*, qui sont construits, nous l'avons dit, dans le style des bogies de wagons.

Les deux essieux arrière des tenders à six roues sont souvent conjugués par des balanciers ayant pour effet d'éviter une surcharge du dernier essieu quand la provision de charbon est partiellement épuisée, les caisses ayant encore leur plein.

Caisses à eau. — Les caisses à eau se font en tôle d'acier de 4 à 6 mm.

assemblées à recouvrement ou à couvre-joints. On interpose du papier entre les pinces des clouures pour assurer l'étanchéité, le matage des tôles aussi minces étant difficile. On les dispose souvent encore en forme de fer à cheval (fig. 948, 951), mais on semble préférer aujourd'hui les caisses soit complètement rectangulaires, laissant à l'avant un espace libre pour le charbon, soit occupant toute la longueur du tender, mais dont le dessus est incliné vers l'avant, de manière à faciliter la descente du charbon au fur et à mesure de son emploi (fig. 950). Pour réduire la longueur des tenders ou la hauteur et la largeur de leur caisse à eau, on prolonge parfois celle-ci sous le châssis, entre les longerons et les roues. Cette disposition, classique en Angleterre, a été adoptée par la *Société alsacienne* pour les tenders à trois essieux des locomotives compound à grande vitesse de la C^ie^ du *Nord*.

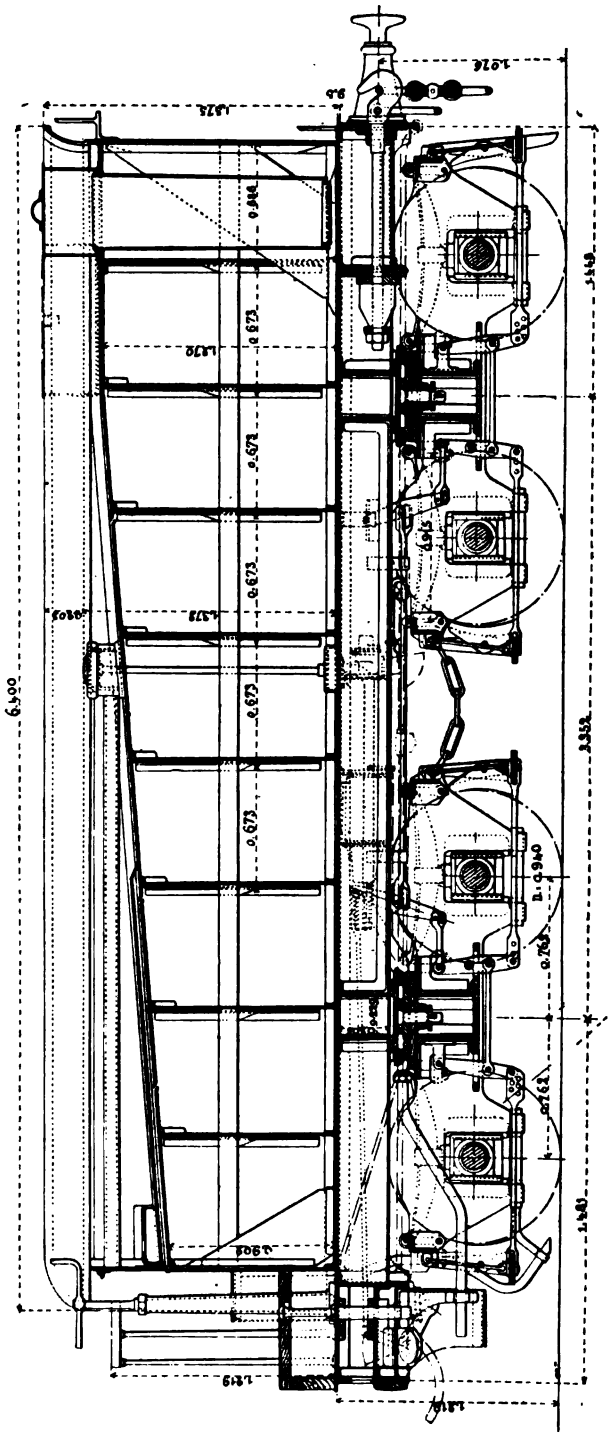


Fig. 950. — Tender à bogies des *New South Wales Government Railways*. Coupe longitudinale.

Les caisses reposent sur le châssis auquel elles sont reliées par des boulons. On interpose souvent un matelas formé de madriers minces (fig. 948).

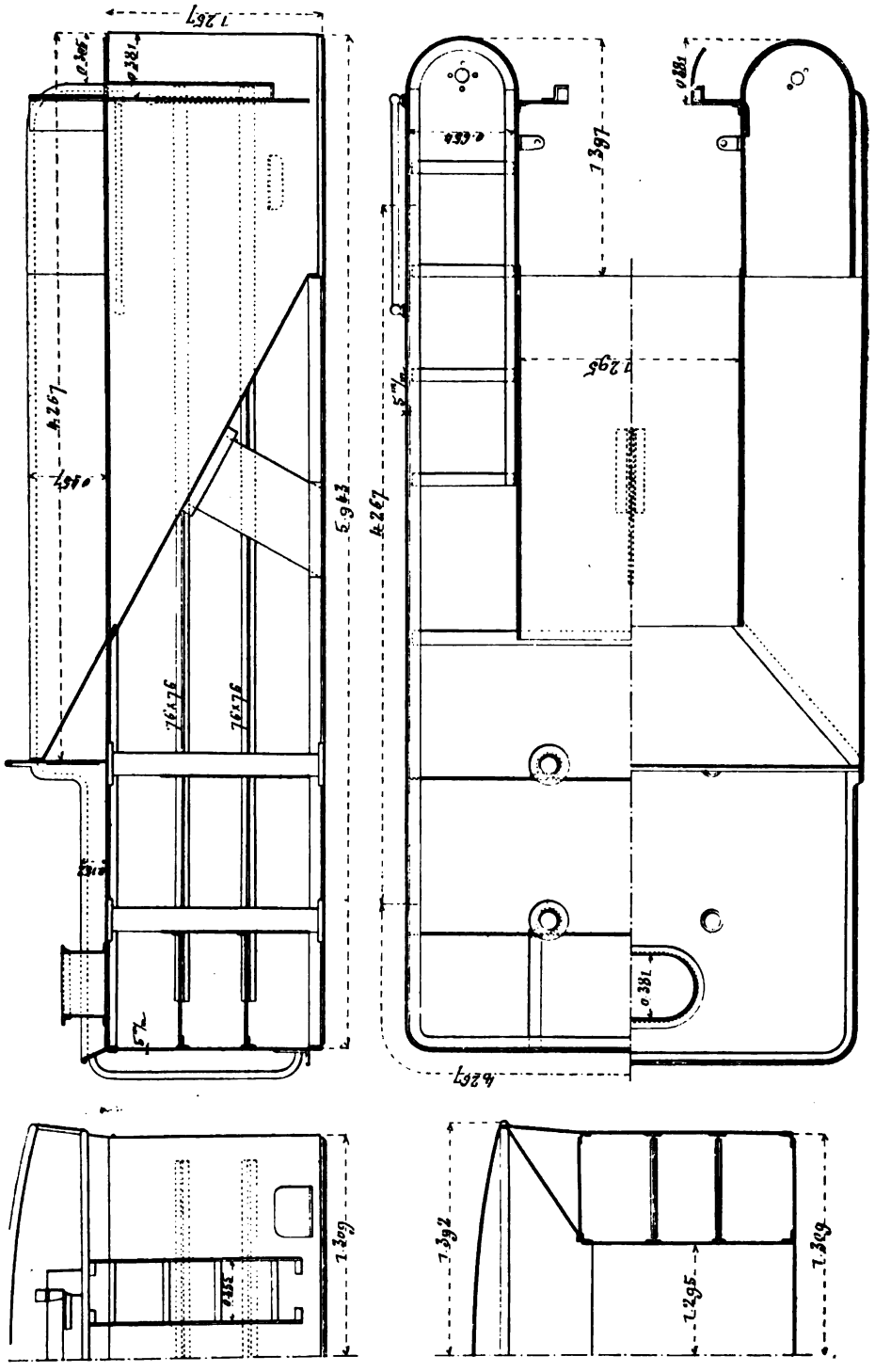


Fig. 631. — Caisse à eau de 16 mètres cubes (*Wabash Railroad*).

Les parois des caisses à eau sont renforcées intérieurement par des cor-

nières et parfois des tirants transversaux, verticaux et obliques (fig. 948 à 951). Elles comportent ordinairement des *brise-lames* formés de cloisons en tôle placées transversalement, et percés de trous d'une section suffisante pour permettre la libre circulation de l'eau, mais qui empêchent celle-ci, lorsque le niveau est un peu bas, de se porter brusquement d'un côté ou de l'autre, par inertie, sous l'action des réactions ou des brusques changements de vitesse, ce qui pourrait occasionner d'importantes surcharges des essieux.

Le remplissage des caisses s'effectue par l'arrière, au moyen d'une ouverture placée sur le dessus de la caisse à eau et fermée par une porte à charnière. Un *panier* métallique, placé au-dessous de cette ouverture, sert de crépine et empêche les corps étrangers d'un certain volume de s'introduire dans les caisses avec l'eau.

Soute à combustible. — Le charbon se place à l'avant, dans la partie comprise entre les deux portions de caisses à eau formant les côtés du fer à cheval. Si cet emplacement, que l'on a successivement réduit pour augmenter la contenance des caisses à eau, est insuffisant, on empile le combustible jusque sur le dessus des caisses à eau, munies à cet effet d'un rebord empêchant le charbon de tomber sur la voie et formé par le prolongement des parois longitudinales et extérieures des caisses. Quelques Compagnies anglaises forment ce rebord d'un grillage formé de fers demi-ronds.

Dans les tenders français, le fond de la soute à combustible est ordinairement formé par la plate-forme même du tender et se trouve de niveau avec celle de la machine. Dans beaucoup de tenders étrangers, les caisses à eau se prolongent jusque sur l'avant du tender et forment, au-dessus de la plate-forme, une surélévation servant de fond à la soute à combustible.

On doit recommander de placer en travers, à l'avant du tender, une cloison transversale en tôle munie en son centre et en bas d'une porte assez large et qui sert à retenir le combustible. Quand cette cloison n'existe pas, comme c'est le cas dans la plupart des tenders français, le charbon, surtout s'il est menu, prend son talus naturel d'éboulement et vient s'écouler jusque sur la plate-forme de la machine ; il n'est pas possible en outre de placer une aussi grande quantité de combustible sur le tender. Dans beaucoup de tenders sur lesquels on n'avait pas, lors de leur construction, pris la précaution que nous venons d'indiquer, on a, dans la suite, ajouté une cloison en bois.

Accessoires. — Le tender porte aussi les agrès et outils nécessaires aux réparations à faire en cas d'accident en cours de route. Le coffre à outils se place ordinairement à l'arrière, en travers ; dans les tenders récents, il est en retrait et placé à l'intérieur de la caisse à eau avec double porte extérieure sur la face arrière. Dans certains tenders étrangers, la caisse à outils

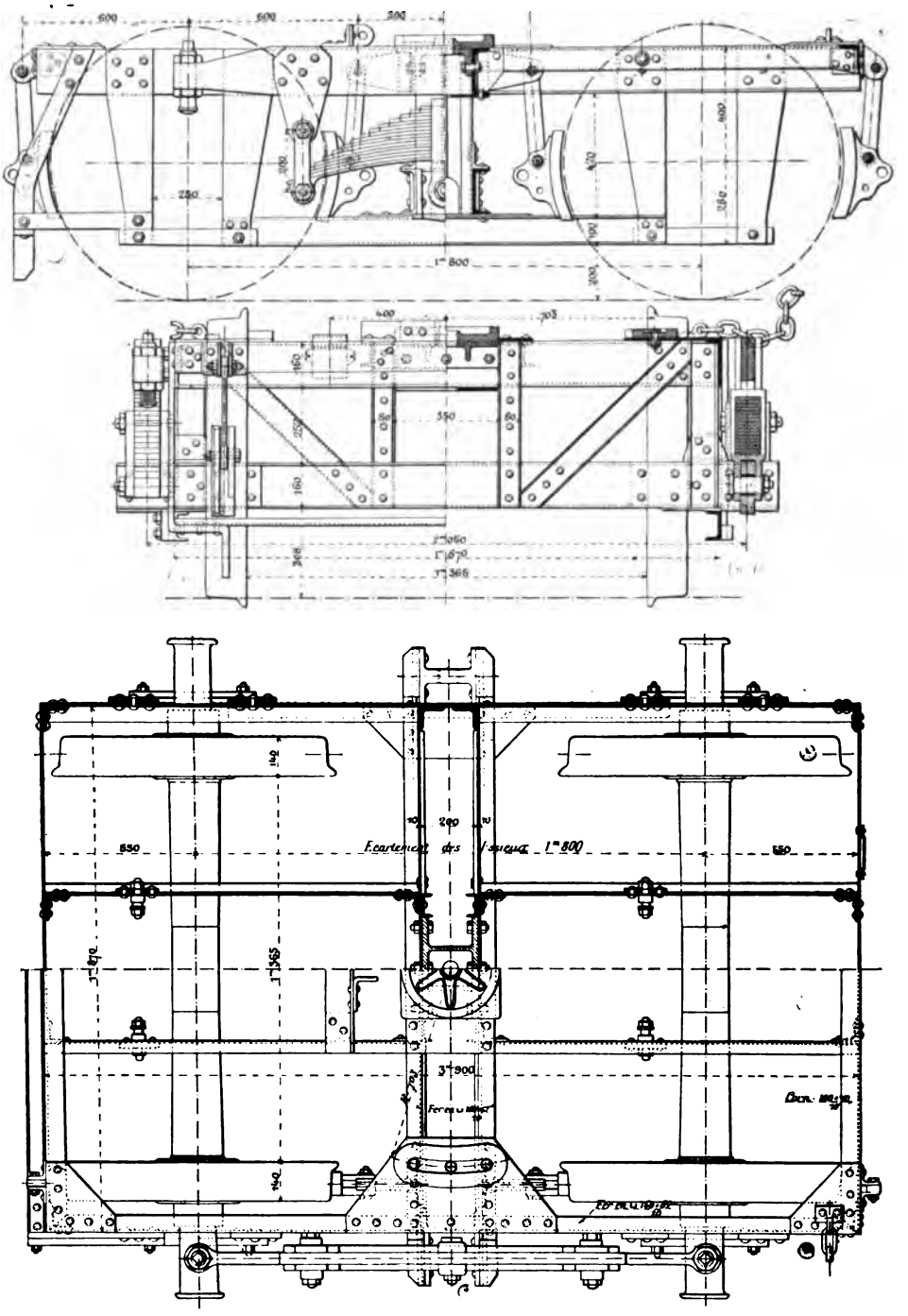


Fig. 952. — Truck des nouveaux tenders des *Chemins de fer de l'Ouest*.
Élévation, coupes et plan.

est placée sur les caisses à eau, à l'avant, en long ou en travers, de manière

à être facilement accessible de la plate-forme même du mécanicien, ce qui n'a pas grand intérêt.

Le tender porte aussi un ou deux coffres destinés à recevoir les effets et les menus objets destinés aux agents.

Les tenders sont toujours munis d'un frein qui est à air et du même système que celui de la machine pour les tenders des locomotives à voyageurs. Dans les locomotives non munies du frein continu, ce frein est à main ; il joue alors un rôle très important, à moins que la machine ne possède un frein à vapeur, ce qui est rare. Le volant ou la manivelle de manœuvre du frein est placé à l'avant de manière à être facilement accessible du chauffeur de la plate-forme de la machine. Les timoneries des freins de tenders, disposées comme celles des machines, sont toujours du type à deux sabots.

359. Attelage de la machine et du tender. — Cet attelage s'opère d'une manière spéciale; il doit présenter une grande solidité et il n'est pas nécessaire qu'il soit élastique ni facile à découpler, la locomotive n'étant que rarement séparée de son tender.

La traverse arrière de la machine ne porte pas de tampons, mais simplement, quand le tender en comporte, deux platines en tôle faisant une légère saillie.

L'attelage le plus simple, encore fort répandu, s'opère simplement à l'aide d'une barre rigide, percée d'un œil à chaque bout, dans lequel passe une cheville démontable par en haut; une de ces chevilles est solidaire de la machine, l'autre du tender. La longueur de cette barre est telle qu'une fois les chevilles en place, les traverses des deux véhicules soient placées à une distance suffisante pour permettre leur déplacement oblique lors du passage dans les courbes du plus petit rayon. Deux barres de sûreté, montées avec jeu pour permettre le passage en courbes et qui, normalement, ne travaillent pas, sont disposées de part et d'autre et doivent servir en cas de rupture de la barre. C'est le système d'attelage encore le plus usité en Angleterre.

On a préféré en France, il y a longtemps déjà, un mode d'attelage assurant une certaine élasticité. La traverse avant du tender porte deux petits tampons dont les tiges viennent agir sur les extrémités d'un ressort à feuilles étagées placé horizontalement sous le tablier et fixé en son centre par une cheville. L'attelage peut s'effectuer par une barre à œil comme plus haut, mais, pour pouvoir engager celle-ci dans la cheville de la machine, il est nécessaire de comprimer le ressort d'attelage afin de permettre le rapprochement des deux véhicules. On peut opérer cette compression à l'aide d'un appareil à vis ou à crémaillère placé sur le côté et manœuvrable du dehors ; une fois la barre passée dans la cheville de la machine, on débande le ressort, et les tampons, en venant s'appliquer sur la traverse de la machine, établissent entre celle-ci

et le tender une liaison élastique qui les rend solidaires transversalement par suite du frottement créé par les tampons sur la traverse de la machine. Cette disposition diminue un peu le mouvement de lacet. L'attelage à barre rigide examiné plus haut convient surtout aux locomotives à grand empattement, sans porte-à-faux arrière, présentant par elles-mêmes une grande stabilité.

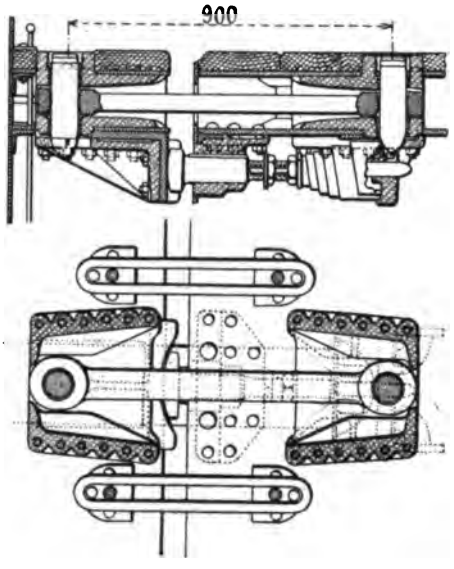


Fig. 953. — Attelage de l'*État autrichien.*

On place quelquefois (*État autrichien*, fig. 953) un seul tampon au centre sous la barre d'attelage. Ce tampon, agissant sur un ressort hélicoïdal, est placé sur la machine ; il s'appuie normalement sur une platine que porte la traverse avant du tender.

La plupart des Compagnies françaises préfèrent aujourd'hui remplacer la barre rigide par un tendeur à vis qui sert à opérer le serrage du ressort d'attelage et à rapprocher le tender de la machine. C'est, croyons-nous, la Compagnie de *Lyon* qui a la première employé ce dispositif. On trouvera figure 957 un dessin du tendeur usité par la Compagnie de l'*Est* et ne différant que par des détails insignifiants de ceux des autres administrations. La figure 954 représente, dans son ensemble, la disposition de l'attelage dans un grand nombre de types de locomotives de la Compagnie de *P.-L.-M.*

La liaison de la locomotive avec son tender a donné lieu à bien des dispositions différentes[1] ayant pour but, les unes de chercher à combattre le mouvement de lacet, les autres de faciliter l'inscription des deux véhicules dans les courbes.

La Compagnie d'*Orléans* a été la première à s'efforcer d'atteindre ce double but. Depuis une trentaine d'années au moins, cette Compagnie a adopté une disposition de tampons obliques dont l'inclinaison, par rapport aux traverses de la machine et du tender, est d'environ 15° à 18°. Plus tard, cette même disposition fut appliquée à toutes les locomotives des *Chemins de fer des Charentes* et de la *Vendée*, qui ont constitué la partie principale des *Chemins de fer de l'État*. Dans ce type d'attelage de la locomotive et de son tender, les tampons de la locomotive sont secs ; ceux du tender sont formés par un cylindre creux fixé sur la traverse du tender, dans lequel est ajusté

[1] Voir la *Revue Générale des Chemins de fer*, N° de septembre 1887.

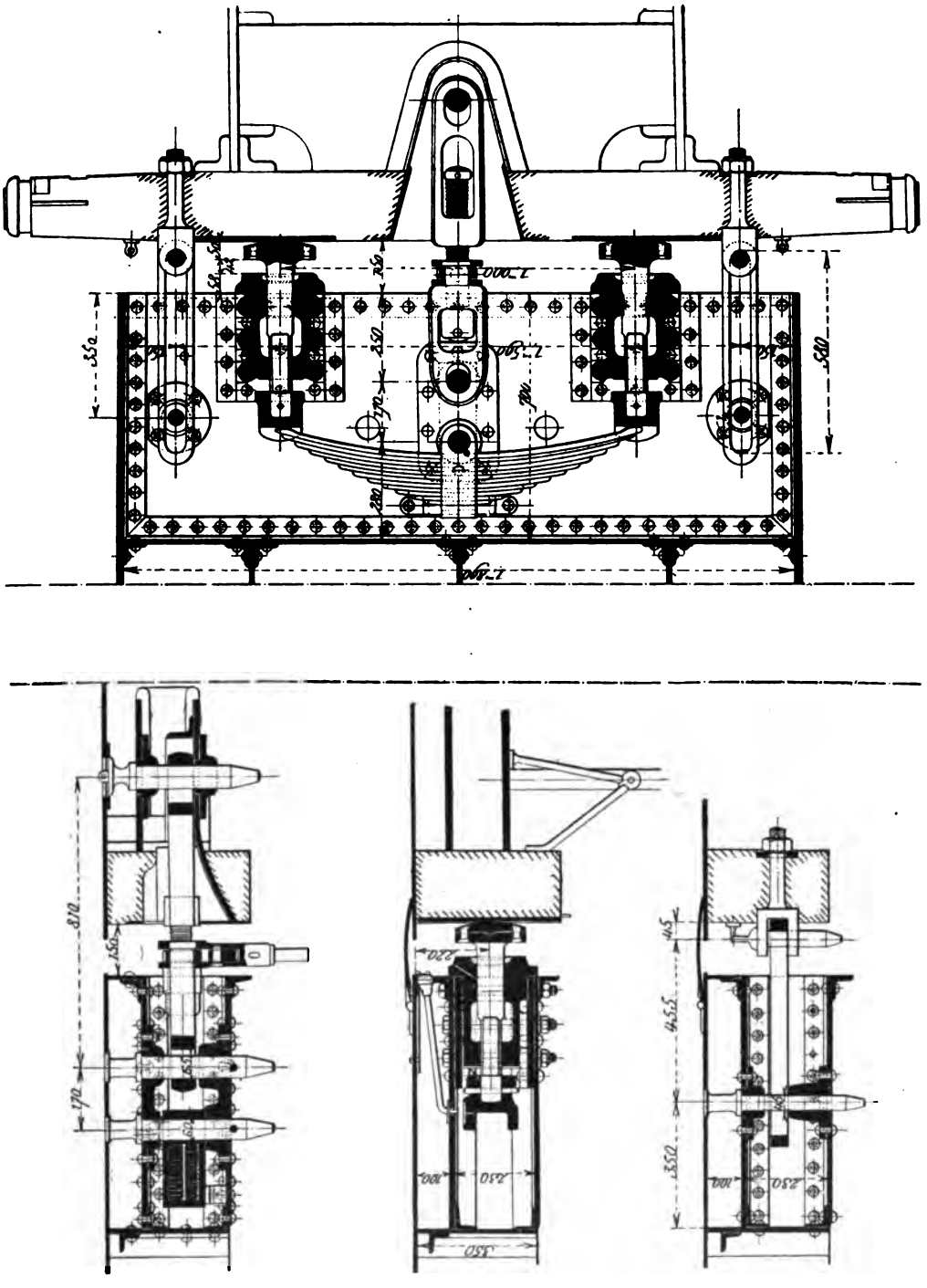


Fig. 954. — Attelage de la locomotive et du tender; *Chemins de fer P.-L.-M.*, locomotives en général.

un boisseau creux aussi, dans l'intérieur duquel est placé un ressort en spirale. Afin d'arriver à toujours obtenir le contact des tampons au passage

dans les courbes, le boisseau situé du côté du rail intérieur peut s'enfoncer, et celui du côté du rail extérieur ressortir, en vertu de l'élasticité des res-

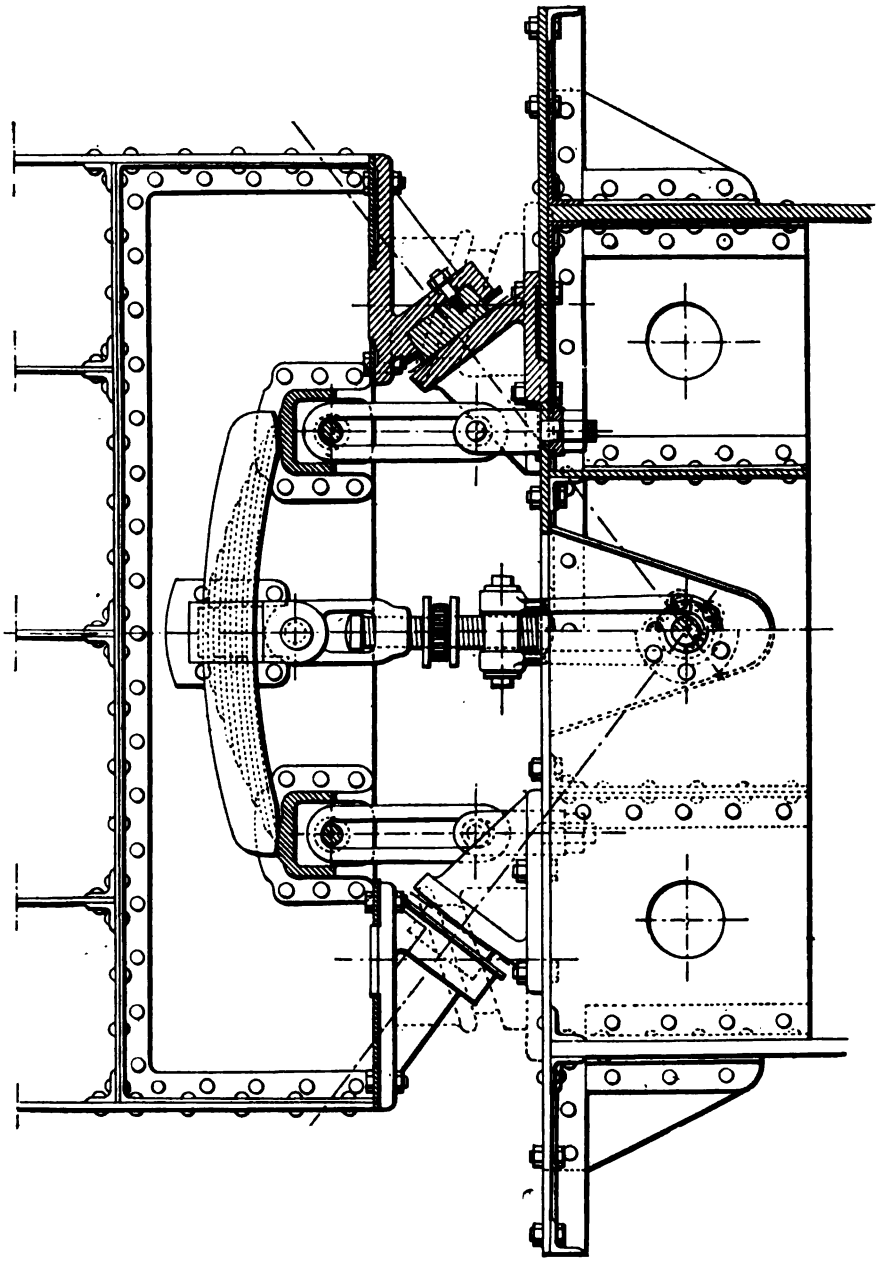


Fig. 955. — Attelage de la machine et du tender avec tampons Roy.
Chemins de fer de l'État français.

sorts à boudin agissant sur chacun d'eux. Le tendeur agit sur un fort ressort de traction s'appuyant sur la traverse d'avant du tender. Avec cette

disposition, tous les efforts de chocs s'exercent uniquement sur les ressorts en spirale de l'intérieur des boisseaux; il en résulte des ruptures fréquentes de ces ressorts. En outre, comme le tendeur doit être serré de manière à donner au ressort de traction, et par suite aux ressorts en spirale, une tension initiale d'au moins 4 à 5.000 kg., l'élasticité de ces derniers ressorts n'est plus suffisante pour que les tampons soient en contact constant des deux côtés, lorsque la locomotive passe dans des courbes de moins de 500 m. de rayon.

D'autre part, la faiblesse de la composante transversale résultant de l'inclinaison des tampons est insuffisante pour combattre le mouvement de lacet des locomotives, surtout lorsqu'elles sont à cylindres extérieurs. De plus, la nécessité d'avoir, avec cette disposition, comme avec les dispositions ordinaires, des ressorts de choc et de traction interposés entre la locomotive et le tender, ne permet pas d'annihiler le mouvement de recul très accentué qui se manifeste parfois entre la locomotive et le tender.

M. Ed. Roy a breveté une modification de ces tampons suivant le dispositif représenté figure 955 dans son application aux locomotives à grande vitesse des chemins de fer de l'*État*. Ces tampons sont complètement secs, aussi bien pour la locomotive que pour le tender. Les surfaces de contact de ces tampons sont : pour la machine, un arc de cercle ayant pour centre le centre de la broche de la barre d'attelage, et, pour le tender, un plan tangent à cet arc.

Il résulte de cette disposition qu'au passage dans les courbes, le point fixe d'attache du tender avec la locomotive étant la broche d'attelage, le tender pivote autour de celle-ci sans que ses tampons exercent sur ceux de la machine un effort plus grand sur l'un que sur l'autre, ce qui permet aux deux véhicules d'obéir sans effort aux inflexions de la voie, tout en restant solidaires l'un de l'autre dans le sens transversal.

En effet, le contact des tampons se fait sous un angle de 45 à 50° par rapport à la traverse, il en résulte une composante d'effort transversal assez grande pour rendre solidaires, latéralement, l'arrière de la machine avec l'avant du tender. On augmente ainsi, en quelque sorte, l'empattement rigide de la machine, d'une quantité égale à la distance de l'essieu d'arrière de la machine à l'essieu d'avant du tender, et, par suite, on améliore la stabilité de la locomotive, en combattant d'une manière assez efficace le mouvement de lacet, tout en facilitant l'inscription des deux véhicules dans les courbes, sans qu'ils soient bridés et contrariés comme avec les attelages ordinaires.

Les résultats donnés aux premières expériences et ensuite en service par ces tampons ont été assez satisfaisants pour engager la Compagnie de l'*Ouest* et l'administration des *Chemins de fer de l'État* à en généraliser l'application; la première en a muni depuis quelques années un grand nombre de

machines à grande vitesse et à marchandises. La Compagnie du *Nord* les a aussi appliqués à des locomotives express.

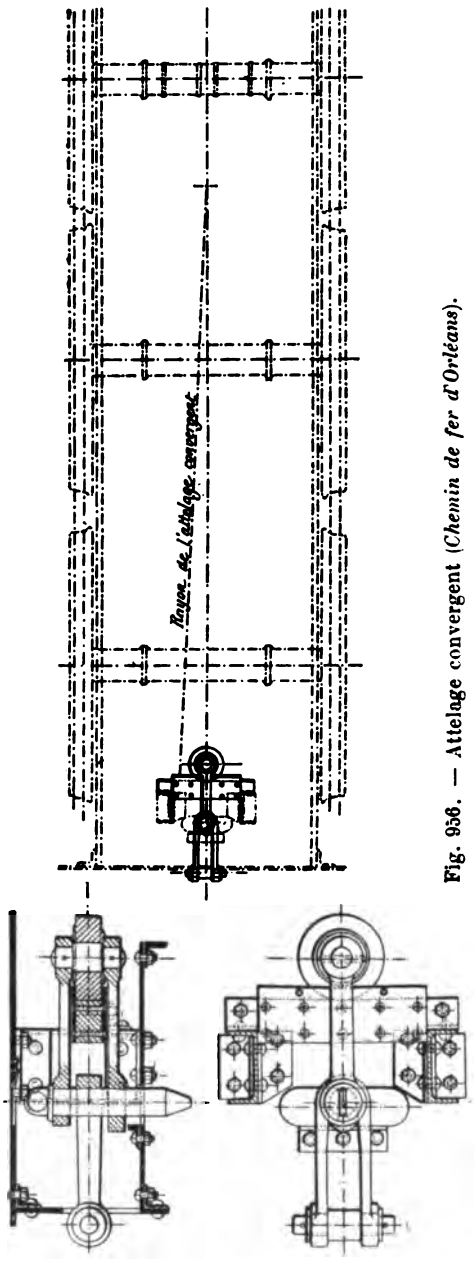


Fig. 936. — Attelage convergent (*Chemin de fer d'Orléans*).

Ces tampons sont surtout utiles pour les locomotives présentant par elles-mêmes peu de stabilité, — ce n'est cependant pas le cas de certaines des machines auxquelles ont été faites les applications dont nous venons de parler, — et soumises en vitesse à de forts mouvements de lacet. Ils augmentent la stabilité en marche dans le sens transversal, tout en facilitant la convergence, et diminuent l'usure des boudins des roues avant dans les locomotives non munies de bogies. Ils réduisent en effet, de moitié environ, l'angle de cisaillement du boudin de la roue avant avec le rail lors du passage en courbes. En réalité, l'addition de ces tampons peut être considérée jusqu'à un certain point comme correspondant à la suppression du porte-à-faux arrière et équivaut en partie, dans les locomotives dont les essieux sont réunis sous le corps cylindrique, à l'addition d'un essieu porteur à l'arrière du foyer, tout au moins en ce qui concerne la stabilité transversale. Elle se traduit aussi par la suppression à peu près complète du mouvement de recul et des chocs auxquels il donne lieu, en tendant alternativement à séparer et à rapprocher la machine du tender. Ce mouvement ne peut se produire avec ce mode d'attelage puisque les deux traverses sont constamment en contact par les surfaces de leurs tampons rigides, sans que cette solidarité s'oppose à la circulation en courbes.

Bien que les tampons Roy ne comportent pas de ressorts, l'attelage se fait par un tendeur ordinaire, mais on doit avoir soin de ne pas le serrer à fond pour ne pas créer de coincement. On doit simplement amener les tampons au contact.

On a aussi cherché à réaliser la convergence par l'emploi de systèmes d'attelages très variés, que nous ne pouvons passer en revue. Nous décrirons seulement celui que la Compagnie d'*Orléans* a appliqué à quelques locomotives, particulièrement aux machines mixtes à six roues accouplées avec essieu porteur à plans inclinés à l'avant[1]. Il a pour but de réduire la pression exercée latéralement, sur le rail extérieur, par le boudin de la roue avant, et due à la tendance qu'a la machine, lors du passage en courbes, à marcher en ligne droite, ainsi qu'à la raideur des attelages ordinaires. Il en résulte sinon une cause de déraillement, du moins une usure rapide des boudins des roues avant, forçant souvent à retourner les bandages bien avant que la surface de roulement soit assez usée pour nécessiter un rafraîchissage.

L'attelage convergent de la *Compagnie d'Orléans* (fig. 956) se compose spécialement d'un guide circulaire dont le centre de courbure est situé sur la verticale du centre de gravité de la locomotive, et d'un galet qui peut se déplacer librement sur ce guide et qui sert de point d'attache au tendeur réunissant la machine et le tender.

L'attelage proprement dit comporte un tendeur à vis, un ressort de traction à lames, placé sur le tender, et deux tampons à ressort en spirale, fixés au tender et en contact avec les deux tampons secs de la locomotive.

Les surfaces de ces tampons sont inclinées tangentiellement à celle d'un cylindre ayant pour axe la verticale du centre de gravité de la machine, et par conséquent le même centre de courbure que l'attelage convergent.

Le tendeur à vis est relié, d'un bout, au galet par deux bielles, et de l'autre, à la bride du ressort à lames; il est muni d'une clef à rochet qu'on peut actionner avec un long levier pour serrer l'attelage à une tension initiale d'environ 3.000 kg.

Par ces dispositions, qui rendent l'attelage convergent élastique, on réalise indirectement l'attelage de la locomotive par son centre et on facilite son déplacement transversal par rapport au tender, ce qui diminue considérablement, en courbe, les pressions latérales entre les boudins des roues et les rails.

Dans le but de diminuer encore ces pressions et aussi l'angle de cisaillement qui se produit en courbe, entre les boudins des roues d'avant et les rails, les boîtes d'avant des locomotives à attelage convergent sont munies de deux systèmes de plans inclinés dont le mouvement, se faisant à angle droit, permet le déplacement de l'essieu d'avant suivant le sens transversal de la machine, et sa convergence automatique vers le centre de la courbe.

Cette convergence est déterminée par la différence des chemins parcourus

[1] Voir la *Notice sur les objets exposés en* 1889 *par la Compagnie d'Orléans.*

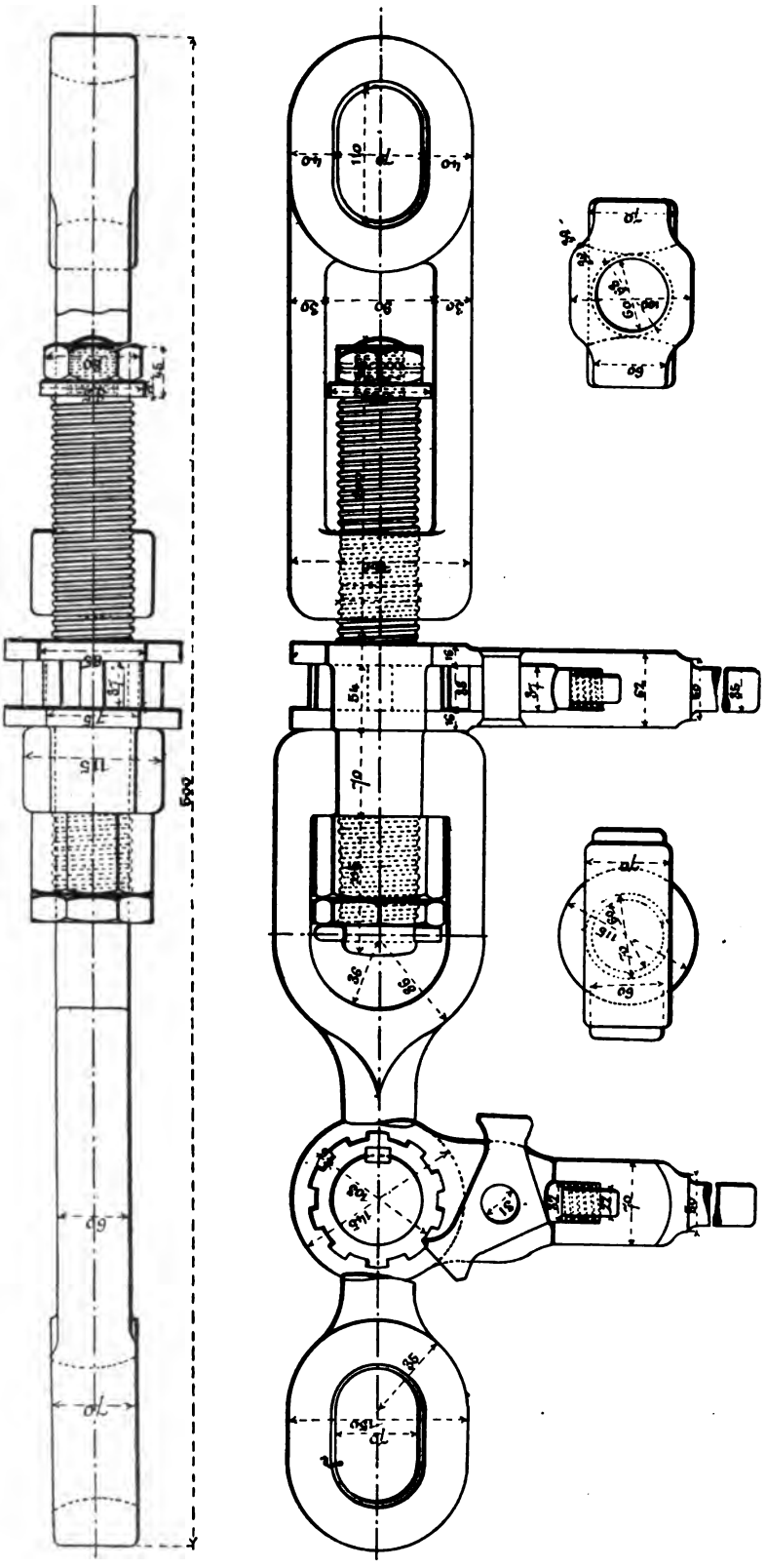


Fig. 957. — Tendeur d'attelage de la machine et du tender.

par les deux roues, qui résulte de la conicité des bandages; en effet, la roue dont le boudin frotte contre le rail, présentant, au cercle de roulement en contact avec le rail, par suite de la conicité donnée aux bandages, un développement plus grand que la roue opposée, entraîne à l'entrée en courbe le coussinet vers l'avant, tandis que l'effet contraire se produit à l'autre roue et l'angle de cisaillement se trouve ainsi annulé ou réduit.

360. Attelage avec le train. — Les locomotives à tender séparé sont attelées aux trains par la traverse arrière de leur tender, ou, si elles marchent en avant, par leur traverse avant. Les locomotives-tenders s'attellent indifféremment par leurs traverses avant ou arrière qui sont semblables.

Les traverses d'attelage comportent chacune : deux tampons placés sur les côtés à un écartement moyen d'axe en axe de 1,75 m., un crochet d'attelage avec tendeur placé dans l'axe et deux chaînes de sûreté situées entre le crochet et les tampons.

Les tampons se composent d'un champignon formant la partie extérieure destinée à venir en contact avec celui du véhicule opposé et venu de forge avec une tige s'engageant dans une boîte métallique, souvent à jour, appelée faux-tampon, qui sert de guide et contient le ressort de choc ordinairement hélicoïdal et à fil rectangulaire. Un collet ménagé sur la tige du tampon limite l'enfoncement en cas de choc violent.

Le crochet de traction est solidement relié à la traverse, ordinairement renforcée en ce point. Souvent, le crochet agit, à l'aide d'une plaque qui est fixée à sa tige, sur un ressort hélicoïdal, sur des rondelles élastiques Belleville ou sur des rondelles en caoutchouc. Chaque crochet porte un tendeur à vis (fig. 958) qui est fixé à demeure dans un œil et dont la manille se place à l'intérieur du crochet du véhicule suivant. En serrant la vis, à deux pas contraires, du tendeur, on rapproche d'abord les tampons des deux véhicules au contact, puis on exerce un serrage suffisant pour assurer entre les véhicules consécutifs une solidarité capable de diminuer les mouvements de lacet. Les ressorts des tampons n'ont pas seulement pour but d'amortir les chocs lors des tamponnements pendant les manœuvres, mais aussi de permettre la circulation en courbe. Comme ils sont placés latéralement, ils s'opposeraient à l'inscription des véhicules s'ils ne pouvaient jouer longitudinalement lorsque ceux-ci prennent l'obliquité nécessaire.

Les chaînes de sûreté ne sont jamais tendues, elles ne doivent servir qu'en cas de rupture du tendeur et sont d'une utilité beaucoup moins grande depuis l'usage général des freins continus automatiques.

Aux États-Unis, on emploie des attelages centraux, le plus souvent automatiques, pour les véhicules à voyageurs, et qui résolvent le problème d'une

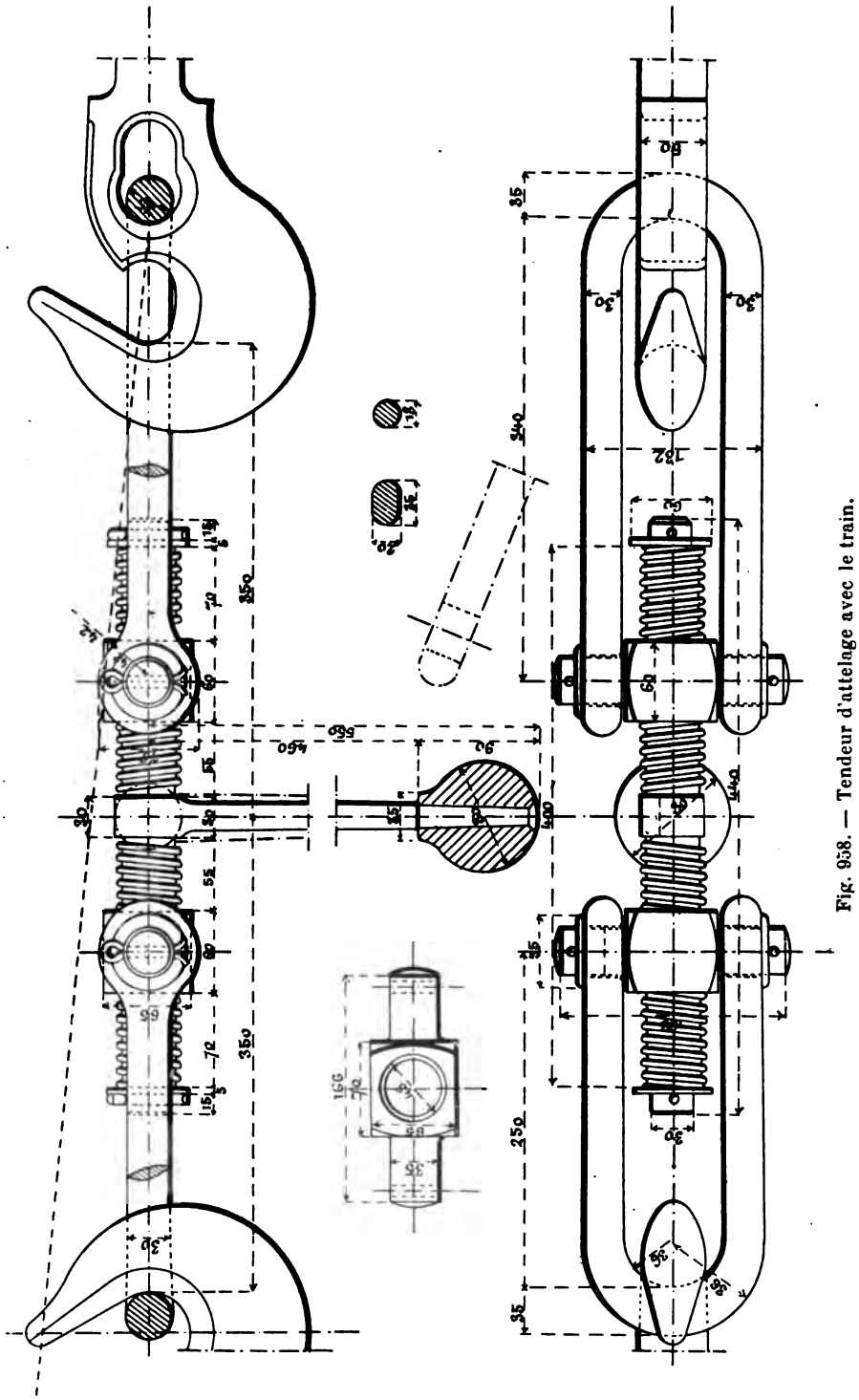


Fig. 938. — Tendeur d'attelage avec le train.

manière que l'on s'accorde à regarder comme aussi simple qu'efficace.

On trouvera dans le *Portefeuille des Machines*[1] une étude assez détaillée, publiée par nous sur ce sujet.

361. Disposition des caisses à eau et à combustible dans les locomotives-tenders. — Les machines servant pour le service de banlieue et les manutentions dans les gares portent elles-mêmes leurs approvisionnements d'eau et de combustible qui n'ont pas besoin d'être considérables. Nous n'avons pas à revenir sur cette question que nous avons traitée dans le chapitre relatif aux différents types de locomotives ; nous n'avons qu'à rappeler certains principes et à donner quelques exemples du mode de construction et de la disposition des caisses.

Nous avons dit que les caisses à eau peuvent être placées latéralement, c'est le cas le plus fréquent (fig. 58 à 71 ; 125 à 136, etc.) ; au dessus du corps cylindrique comme dans certaines machines de gare anglaises et américaines ; ou au-dessous du corps cylindrique entre les longerons, comme dans les locomotives allemandes et quelques anciennes machines françaises. On ajoute parfois une troisième caisse, en communication avec des caisses latérales, qui se trouve placée en arrière de la plate-forme. Cette disposition ne se rencontre guère qu'en Angleterre (fig. 125 à 132) où on limite les caisses latérales immédiatement à l'avant des roues motrices, pour faciliter la visite du mécanisme moteur qui est le plus souvent intérieur, et du mécanisme de distribution qui l'est toujours. Aux États-Unis on va plus loin encore et on ne dispose presque jamais de caisses à eau latérales ; l'approvisionnement entier est contenu dans une soute placée à la partie postérieure, derrière la plate-forme supportée par un bogie à deux ou à trois essieux (fig. 250). Une disposition analogue a été adoptée pour les machines à six roues accouplées et à bogie arrière (série 3021-3075) du *Nord*.

En France, les soutes à charbon se placent presque toujours latéralement, dans le prolongement de la caisse à eau de gauche, immédiatement à l'avant de la plate-forme. Cette soute est munie d'une porte pratiquée sur sa face arrière et qui sert au chauffeur à prendre le charbon. Avec cette disposition, on salit beaucoup la machine en chargeant le combustible ; en outre, celui-ci se trouvant à l'avant de la plate-forme, la poussière peut, en marche, gêner le personnel.

A l'étranger, surtout en Angleterre et aux États-Unis, on place la soute à combustible en travers, à l'arrière de la plate-forme. La porte de chargement se trouve alors au milieu, sur la face avant de la caisse à charbon. La position de cette caisse est d'ailleurs souvent indiquée par la répartition, et

[1] N° de juillet 1895.

on la trouve surtout à l'arrière dans les locomotives ayant un essieu accouplé ou porteur derrière le foyer.

Les caisses à eau disposées latéralement sont de section rectangulaire ; par-

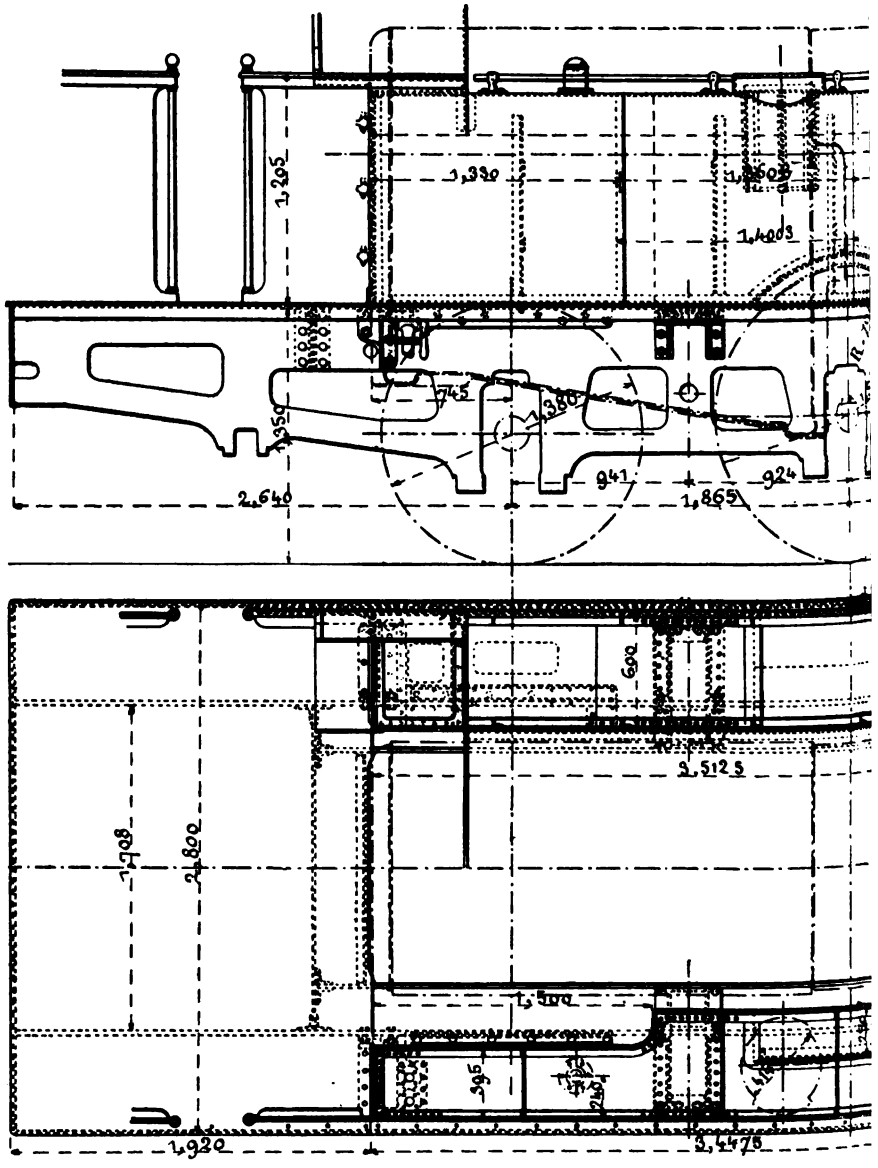
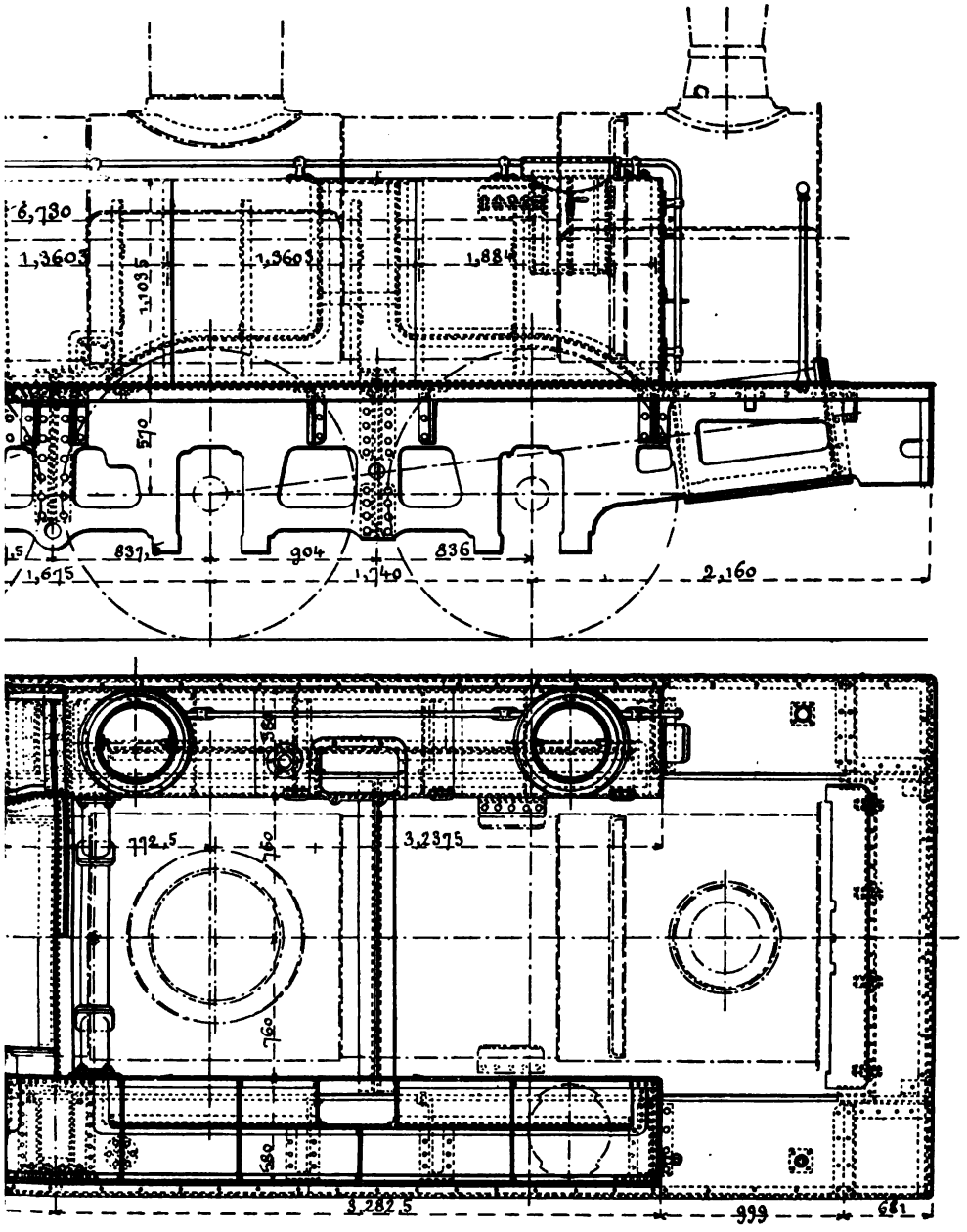


Fig 959. — Disposition générale des caisses à eau et à combust

fois on arrondit l'angle extérieur du haut (fig. 959-960), parfois, au contraire, on prolonge la face extérieure au-dessus de la tôle horizontale formant la paroi supérieure, de manière à constituer à la partie haute un coffrage peu

profond où on peut placer les outils du chauffeur, etc. (fig. 961). On munit le rebord supérieur d'un fer spécial à T, à angles arrondis.



Locomotives-tenders de banlieue (série 729-742) des *Chemins de fer de l'Est*.

Les caisses, en tôle d'acier de 3 à 4 mm., sont renforcées intérieurement par des cornières ; elles comportent des *brise-lames* analogues à ceux des tenders. Leur remplissage se fait à l'avant, au moyen d'une porte à char-

nière corespondant à un *panier* en toile métallique ou en métal perforé. Elles reposent d'ordinaire sur les longerons en plusieurs points quand ceux-ci sont extérieurs (fig. 959-960), ou seulement sur des consoles rivées ou boulonnées à ceux-ci et sur la cornière longitudinale de tablier quand les longerons sont intérieurs. Elles sont fixées par des assemblages facilement démontables afin d'être amovibles. En outre, les caisses de droite et de gauche sont reliées l'une à l'autre en un point au moins de leur longueur par un fer profilé ou une tôle (fig. 961) passant au-dessus de la chaudière, ou par des bouts de cornières dont les uns sont rivés à la chaudière, les autres à la face intérieure des caisses (fig. 960). Elles se trouvent rattachées en outre à l'arrière par la face avant de l'abri.

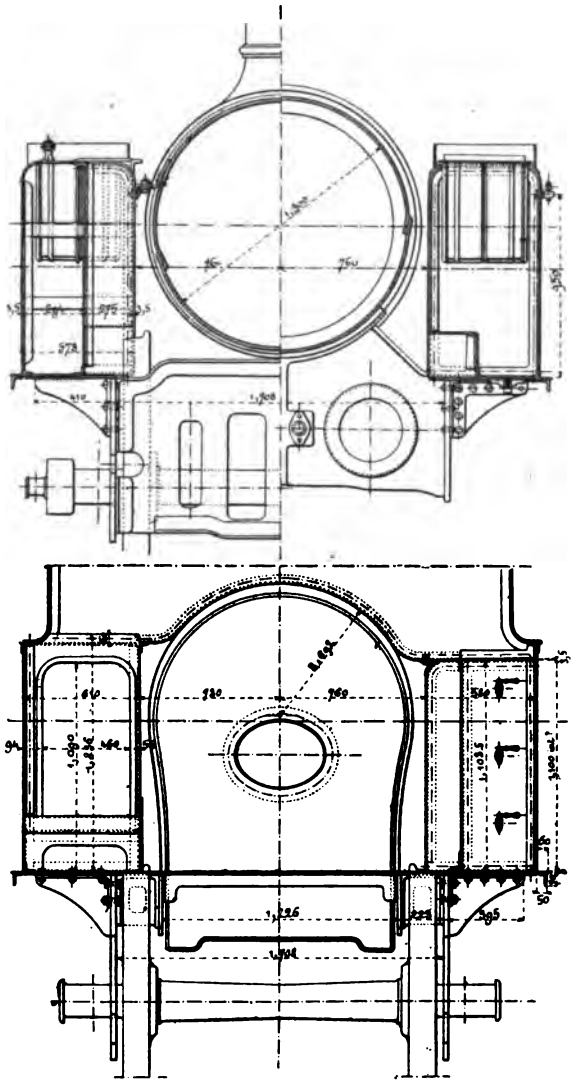


Fig. 960. — Coupes transversales de la machine représentée ci-dessus.

Les caisses communiquent à l'aide d'un gros tuyau passant sous la chaudière.

On a généralement intérêt à placer les caisses aussi près que possible de la chaudière afin de rendre la machine plus compacte et moins large, l'espace vide compris entre les caisses et le corps cylindrique ne pouvant être utilisé. Cette pratique est suivie par la Compagnie de l'*Est* et par toutes les Compagnies anglaises; celles-ci d'ailleurs y sont nécessairement amenées par le peu de largeur de leur gabarit et vont parfois jusqu'à cintrer les faces intérieures des soutes à eau afin qu'elles épousent la forme du corps cylindrique (fig. 961). Pour éviter de pratiquer, à l'intérieur des caisses à eau, des évidements destinés à laisser le passage des roues, qui compliquent la cons-

truction, certaines administrations écartent les caisses de telle façon que leur face interne se trouve en avant des bords extérieurs des bandages.

Une solution plus satisfaisante, à laquelle on ne craint plus d'avoir recours depuis que l'élévation du centre de gravité est reconnue comme ne présentant aucun inconvénient, consiste à placer le tablier, sur lequel reposent les caisses, suffisamment haut pour que le dessous des caisses passe au-dessus des boudins des roues motrices et accouplées même quand leur diamètre atteint le chiffre maximum que l'on peut s'attendre à trouver sur une locomotive-tender, soit 1,70 m. environ. Cette disposition a été adoptée par la Compagnie de l'*Ouest* pour ses nouvelles locomotives-tenders à bogie, destinées au service de la banlieue, et qui sont représentées fig. 59.

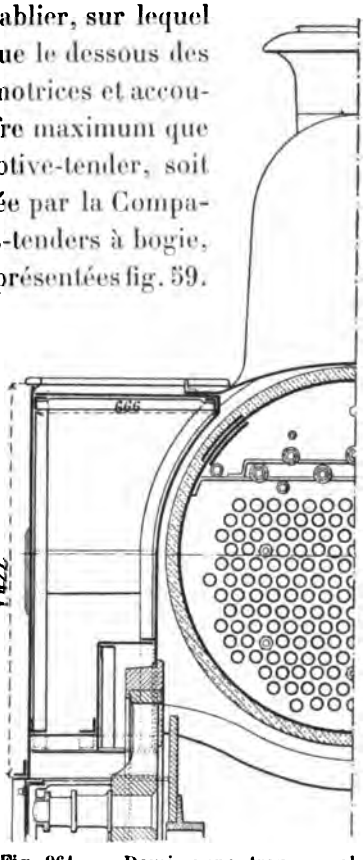


Fig. 961. — Demi-coupe transversale d'une locomotive-tender anglaise (*North London*). Pour réduire la largeur de la machine, les caisses à eau sont placées aussi près que possible du corps cylindrique dont elles épousent la forme.

362. Réchauffage de l'eau contenue dans les caisses du tender. — Autrefois, on disposait toujours un tuyau de vapeur, branché sur la chaudière à sa partie supérieure, et sur le tuyau d'aspiration dans les caisses, à sa partie inférieure. La vapeur, quand le robinet commandant ce tuyau était ouvert, se trouvait refoulée dans les caisses dont elle traversait partiellement la masse liquide en se condensant et en y abandonnant son calorique. On pouvait ainsi utiliser en partie la chaleur perdue de la chaudière quand, pendant les stationnements surtout, les soupapes venaient à cracher. La généralisation des injecteurs Giffard et l'élévation des pressions conduisirent peu à peu les Compagnies à renoncer à ce réchauffage de l'eau d'alimentation, qui entraînait des ratés nombreux des injecteurs et pouvait amener des détresses par manque d'eau dans la chaudière. Beaucoup d'entre elles, cependant, continuent à conseiller à leurs agents le réchauffage de l'eau dans une certaine mesure, surtout l'hiver et pour éviter la congélation. Avec l'emploi de l'injecteur, l'addition d'un tuyau spécial de réchauffage est inutile ; il suffit de disposer sur le trop-plein de l'appareil un robinet permettant de le fermer, la vapeur peut alors sortir par le tuyau d'aspiration aux caisses. La création de nouveaux injecteurs perfectionnés permettant le fonctionnement avec de l'eau à une température de 50° environ et plus, a rendu de nouveau possible l'emploi du réchauffage, que l'on doit toujours modérer de telle sorte que la température de l'eau dans les

caisses du tender n'atteigne jamais la température voisine de la limite au-dessus de laquelle le fonctionnement des injecteurs ne serait plus parfaitement assuré.

Le réchauffage par la vapeur d'échappement a été pratiqué sur une grande échelle par quelques Compagnies anglaises, entre autres le *London and South Western*, le *North British* et le *Brighton*, sur lequel il est encore appliqué à la majorité des locomotives. On en a, à différentes périodes, fait des applications d'essai sur le Continent, particulièrement à la Compagnie d'*Orléans* (appareils Lencauchez), mais qui sont toujours restées exceptionnelles.

Les machines du *London Brighton and South Coasts Ry* comportent les dispositions suivantes. Une dérivation de la vapeur d'échappement, prise à la base de la colonne d'échappement, est envoyée, à l'aide d'un tuyau de 75 mm. de diamètre traversant une partie des caisses et aboutissant à l'intérieur d'une sorte de cheminée étroite placée au-dessus des caisses à eau, de manière à éviter l'aspiration de l'eau dans les cylindres et épanouir la veine de vapeur à la surface de la nappe liquide. Cette simple disposition permet de réchauffer l'eau à une température de 65°.

Les injecteurs, surtout ceux que l'on employait à l'époque où ce dispositif de réchauffage a été introduit, n'eussent pas fonctionné avec de l'eau à une telle température; on a dû avoir recours à l'emploi des pompes. Encore a t-il fallu apporter à leur étude et à leur construction beaucoup d'ingéniosité et de soin pour que, en raison de la haute température de l'eau et de la vitesse de leur piston, ces pompes ne se désamorcent pas et fonctionnent dans de bonnes conditions. M. Stroudley y était arrivé par l'emploi de clapets très larges et très légers et de différents artifices. Pendant les stationnements, on alimente avec une pompe à piston plongeur montée dans le prolongement de la tige des pistons du petit-cheval du frein Westinghouse.

Le réchauffage de l'eau d'alimentation par la vapeur perdue donne une certaine économie (M. Stroudley aurait obtenu 10 0/0 au *Brighton*) et présente des avantages certains au point de vue de la conservation des chaudières ; en outre, elle entraîne la précipitation, dans les caisses du tender, d'une partie des dépôts. D'autre part, il offre une certaine complication, introduit quelque incertitude dans le régime de l'alimentation et exige, pour avoir toute son efficacité, que les mécaniciens en comprennent l'importance et s'en servent. Aussi, s'est-il peu répandu.

363. Condensation de la vapeur dans les caisses à eau. — Dans certaines locomotives appelées à circuler fréquemment dans de longs souterrains, il importe d'éviter la projection au dehors de la vapeur et des gaz de la combustion qui vicient l'air et obstruent la vue des signaux. Il en est surtout

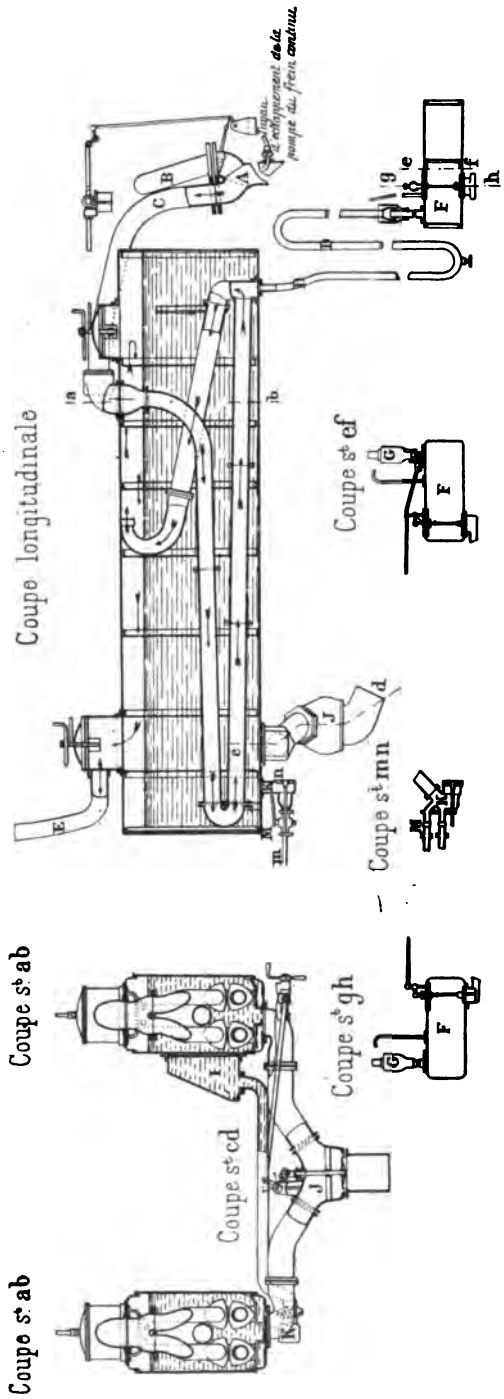


Fig. 962. — Caisses à eau et appareils de condensation des locomotives de banlieue du *Chemin de fer d'Orléans*.

ainsi des lignes urbaines en souterrain et à trafic intense, comme le ***Métropolitain*** de Londres, le *Glasgow Central Ry* ou le prolongement de la ligne de *Sceaux* dans Paris.

A l'aide d'un clapet convenablement disposé, commandant un tuyautage spécial, le mécanicien, dès que la machine entre dans une partie souterraine, envoie à l'intérieur des caisses à eau la vapeur d'échappement qui s'y condense. Le tirage artificiel se trouvant supprimé, l'activité du feu est considérablement réduite et la cheminée ne livre plus passage qu'à une quantité assez faible de gaz; on peut d'ailleurs la boucher à l'aide d'un registre. Dès lors, la machine ne fonctionne plus que grâce à la chaleur accumulée préalablement dans sa chaudière; les trajets qu'elle effectue ainsi ne peuvent donc qu'être de courte durée. On profite des parties en ciel ouvert pour revenir au fonctionnement normal et renouveler l'activité du feu.

Cette disposition ne s'emploie que pour des machines-tenders, seules usitées d'ailleurs pour les services métropolitains.

La vapeur débouche dans les caisses au-dessus de l'eau, un tuyau de dégagement laisse échapper au dehors toute la vapeur qui n'est pas condensée et empêche l'élévation de la pression à l'intérieur des soutes. L'eau ne peut ainsi être aspirée dans les cylindres, ce qu'il faut éviter à tout prix;

mais il est nécessaire que la surface de l'eau soit fréquemment renouvelée, sans quoi la couche supérieure s'échaufferait très rapidement et la vapeur ne se condenserait plus, bien que l'eau soit encore suffisamment froide au fond des caisses. Aussi, généralement, ajoute-t-on un tuyau plongeant jusque vers le fond de la caisse et débouchant près de l'arrivée de vapeur ; une fraction de la vapeur s'y trouve chassée et vient agiter l'eau. Les locomotives du *London and North Western* qui circulent dans les lignes du Métropolitain de Londres, comportent le dispositif suivant. La vapeur d'échappement arrive dans chaque caisse par un tuyau débouchant dans un caisson longitudinal placé au-dessus du niveau et qui porte, à sa partie inférieure, un grand nombre de tuyaux plus petits, verticaux, percés de trous sur leur hauteur et aboutissant vers le fond des soutes.

Une disposition ingénieuse et intéressante a été appliquée par la Compagnie d'*Orléans* aux machines destinées à circuler sur la nouvelle ligne de Sceaux. Nous la décrirons d'après une note de M. l'ingénieur en chef E. Polonceau[1].

La vapeur d'échappement, sortant des cylindres de la machine ou de la pompe du frein, est refroidie en circulant d'abord au milieu de la masse d'eau, dans des faisceaux de tubes en cuivre rouge mince, disposés en vue d'une libre dilatation ; à la sortie de ces tuyaux, elle vient en contact direct avec la surface de l'eau pour achever de se condenser. La vapeur qui ne se condenserait pas au bout d'un certain parcours de la machine, quand l'eau des caisses est devenue trop chaude, peut s'échapper par des tuyaux qui la conduisent au-dessus de l'abri.

La figure 962 montre la disposition de l'appareil de condensation.

Avec ce système de condensation, par surface métallique d'abord et par contact direct ensuite, on obtient de bons résultats parce que l'eau des caisses est constamment en mouvement à cause des différences de température.

Les tuyaux condenseurs sont inclinés pour que l'eau de condensation puisse s'écouler par un tuyau de purge.

Pour ne pas mouiller le ballast, l'écoulement se fait dans un récipient placé sous l'avant de la machine, qu'on vide au-dessus d'une fosse au bout du tunnel. Ce tuyau de purge est recourbé en S afin d'être toujours plein d'eau pour empêcher la sortie de la vapeur ; le même tuyau sert aussi de trop-plein pour le remplissage des caisses ; il est muni d'un entonnoir formant joint hydraulique, dans le but d'éviter les projections d'eau dans les cylindres pendant la marche à contre-vapeur.

Les injecteurs peuvent aspirer l'eau d'alimentation à volonté, dans les

[1] *Revue Générale des Chemins de fer*, N° de février 1896.

caisses latérales ou dans une caisse, pouvant contenir 400 l. d'eau froide, fixée sur le côté intérieur de la caisse latérale de gauche.

On peut alimenter avec l'eau de cette dernière caisse sous le tunnel, pendant qu'on opère la condensation de la vapeur d'échappement, dans le cas du désamorçage des injecteurs par suite de la température trop élevée de l'eau des caisses latérales, résultant d'un patinage un peu considérable.

Des expériences de condensation ont été faites dans le tunnel de Paris, à la fin de janvier 1895.

Le train se composait de 16 voitures donnant un poids total de 220 t., et correspondait aux trains les plus lourds qui pourront être faits en service courant.

La durée du trajet a été de 3 minutes 7 secondes, de la place Médicis au boulevard Port-Royal, et de 4 minutes 5 secondes, de ce dernier à la place Denfert ; les distances sont respectivement de 779 m. et de 830 m.

Les deux caisses à eau renfermaient, au départ, 4 000 litres environ. La température de l'eau servant à la condensation s'est élevée en moyenne dans le premier parcours de 10 à 31°, et dans le second de 31 à 59°. Ce résultat montre que le parcours pouvant être fait en condensant la vapeur pourrait être notablement supérieur à 1 600 m. puisque la température de l'eau s'élèverait sans inconvénient jusqu'à 80 et même 90°.

On n'a pas employé les pompes alimentaires qui auraient permis d'utiliser l'eau chaude des caisses, parce que les amorçages et le fonctionnement auraient été rendus impossibles par suite de la grande vitesse du mécanisme et de la température élevée de l'eau. Il eût fallu en outre faire usage de dégraisseurs de la vapeur d'échappement pour éviter les ébullitions dans la chaudière résultant pour celle-ci de l'introduction d'eau contenant des matières grasses en suspension ; ces appareils eussent entraîné une complication excessive.

364. Prise d'eau en route. — La grande contenance que l'on est obligé de donner aux caisses à eau des tenders des machines remorquant les express effectuant de longs parcours sans arrêts, accroît très sensiblement leur poids, ce qui rend leur traction plus onéreuse. Un ingénieur anglais, M. Ramsbottom, il y a fort longtemps déjà (1858), a eu l'idée de disposer des appareils permettant le remplissage des caisses à eau pendant la marche. On peut ainsi opérer le remorquage de trains à très long parcours avec des machines ne possédant que des tenders de contenance relativement faible.

En un point où la voie est parfaitement horizontale, on place sur les traverses, entre les rails, sur une longueur de plusieurs centaines de mètres, des auges métalliques très plates alimentées d'eau par une source voisine ou à l'aide de pompes. Le tender (fig. 963) est muni d'une *écope*,

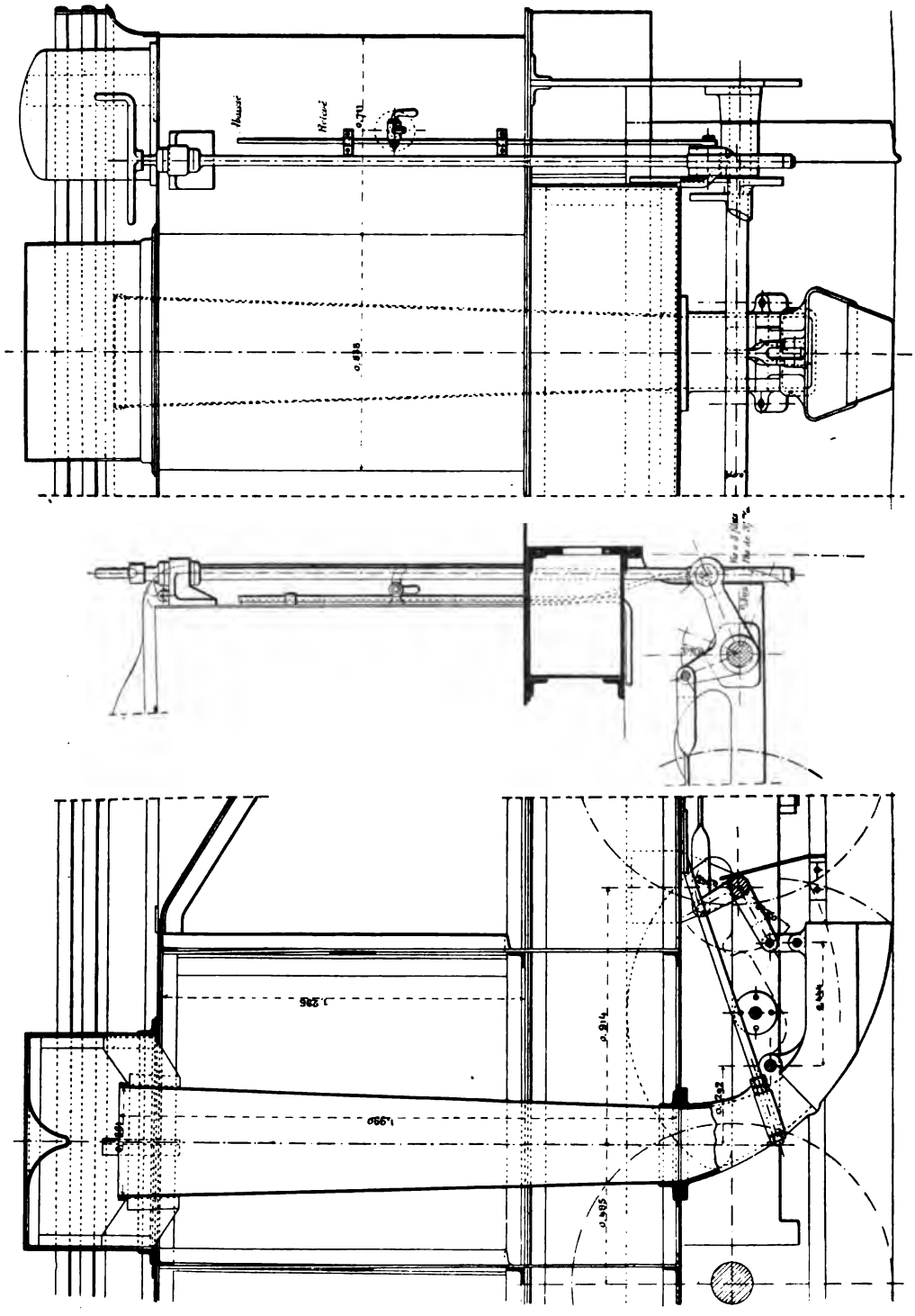


Fig. 963. — Disposition de l'écope pour prise d'eau en cours de route et de sa manœuvre. Tenders des locomotives à grande vitesse du *North Eastern Railway*.

sorte de pelle mobile aboutissant dans un tuyau qui débouche à la partie

supérieure des caisses. Quand le train arrive en vitesse au-dessus des auges d'alimentation, les agents de la machine abaissent l'écope à l'aide d'une manœuvre, soit à main, soit mécanique. La cuiller pénètre de quelques

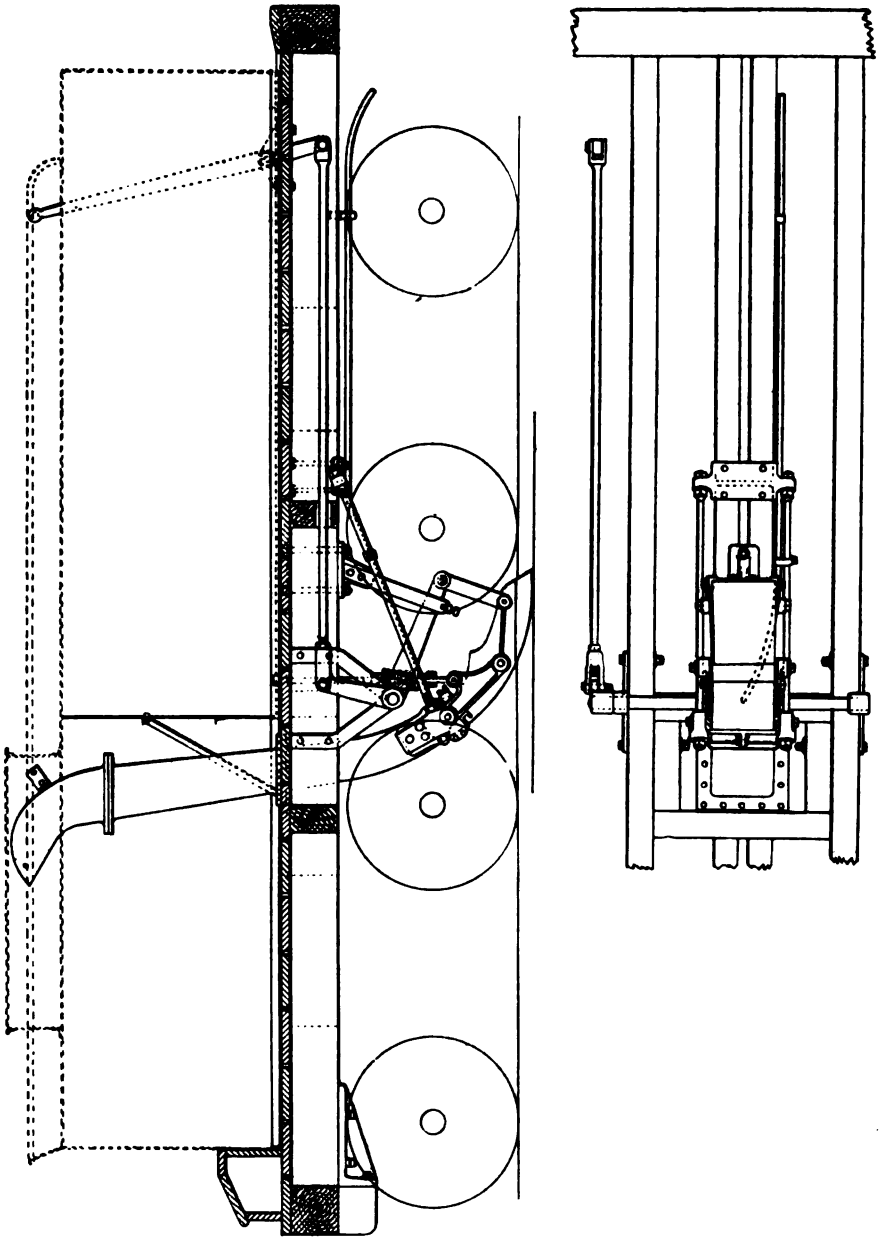


Fig. 964. — Disposition des appareils pour prise d'eau en cours de route (*Pennsylvania Railroad*).

centimètres au-dessous du niveau, et, par suite de la vitesse, l'eau s'élève dans le tuyau et remplit la caisse avec une telle rapidité que si le chauffeur ne relève pas brusquement l'écope au moment voulu, l'eau déborde par la porte de remplissage des caisses et vient inonder le tender.

La prise d'eau en route n'a pas pour résultat que de diminuer la contenance et le poids des tenders des locomotives à grande vitesse, elle permet aussi de réduire, pour les trains ordinaires et même de marchandises, la durée des stationnements dans les gares. Certaines Compagnies n'ayant sur leurs réseaux que des parcours de faible longueur, comme le *Lancashire and Yorkshire* par exemple, l'ont aussi adopté dans ce but, afin de dégager leurs grandes lignes à circulation intensive, dont l'encombrement a diminué nettement depuis l'adoption du système ; cette administration a appliqué le dispositif Ramsbottom à tous ses tenders — express ou marchandises, qui sont d'ailleurs du même type — et même à ses locomotives-tenders de banlieue. Outre la Compagnie que nous venons de citer, les administrations qui ont à l'heure présente adopté couramment la prise d'eau en cours de route sont : en Angleterre, *London and North Western*, le *Great Western*, le *Great Eastern*, le *North Eastern*, dont les machines peuvent effectuer des parcours de plus de 250 km. sans arrêt, avec des tenders d'une contenance de 11 à 13 m³ ; aux États-Unis, le *New York Central* et le *Pennsylvania RR*. A notre connaissance, il n'en existe pas encore d'applications sur le continent européen, mais il y a lieu de croire que ce système se développera dans l'avenir.

L'écope Ramsbottom, telle qu'elle a été appliquée tout d'abord, se manœuvrait à l'aide d'un levier. Il fallait déployer une force musculaire considérable pour la relever lorsque la vitesse du train était un peu considérable, aussi ralentissait-on au passage des auges à une vitesse maximum de 40 km. Si les agents ne pouvaient relever l'écope en temps voulu, elle venait se briser sur l'extrémité des auges, du moins quand on n'avait pas pris soin de disposer la voie de manière qu'elle se relève légèrement dans les bouts pour assurer la sortie du bec dans toutes les circonstances ; en tout cas, on inondait le tender, et parfois l'arrivée de l'eau était assez rapide pour entraîner une extinction du feu, quand la porte du foyer était ouverte ; — marche normale, en Angleterre, nous l'avons vu. On a peu à peu remédié à cet inconvénient en remplaçant le levier par une manœuvre à vis placée sur le tender et semblable à celle du frein (fig. 963). Au *Lancashire and Yorkshire*, M. Aspinall a disposé les tenders de manière que le relevage de l'écope puisse se faire mécaniquement, très vite, grâce à l'addition d'un mécanisme spécial commandé par un piston sur lequel agit l'air du frein (fig. 946).

Le *Pennsylvania RR* a conservé l'emploi du levier, mais a disposé, dans ses derniers tenders, l'écope de telle sorte qu'elle n'oppose plus qu'une très faible résistance (fig. 964-965). L'écope est supportée par des tourillons placés en son milieu de manière qu'elle soit parfaitement équilibrée. Avec ce système, on peut prendre de l'eau à la vitesse de 110 kilomètres à l'heure ; dans ces conditions, on remplit en *neuf secondes* un tender de 13 m³.

365. Chargement du combustible. — En Europe, le chargement du combustible sur le tender s'effectue à la main ; on n'a pas encore trouvé urgence à adopter dans ce but des engins mécaniques à l'emploi desquels, dans bien des cas, la nature du combustible usité s'opposerait d'ailleurs ; le charbon en roches par exemple ou la briquette ne se prêteraient guère à un chargement mécanique. Aux États-Unis, où l'on apprécie le prix du temps, où la main-d'œuvre est chère et où le combustible employé se présente fréquemment sous la forme de menu régulier, de tout-venant ou de noisettes d'anthracite, on a appliqué depuis longtemps des procédés de chargement mécaniques

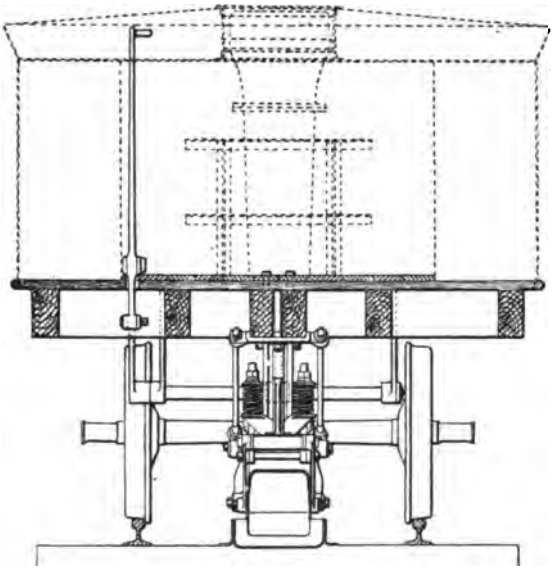


Fig. 965. — Tender du *Pennsylvania Railroad*, muni de l'écope pour prise d'eau en route. Coupe transversale.

merveilleusement expéditifs. Le charbon est emmagasiné dans des trémies placées sur des estacades disposées entre les voies à une hauteur de 4 à 5 mètres. De ces trémies, il peut couler dans les tenders, que l'on place en face d'elles, au moyen de couloires inclinées. Le remplissage des tenders se fait presque instantanément. Le chargement des trémies s'effectue lui-même très vite. Au-dessus d'elles court une voie horizontale reliée aux voies du dépôt ou de la gare par un plan incliné de 5 à 6 0/0. Le service est fait par des wagons à fond mobile chargés directement dans les houillères, également par des procédés mécaniques. Une machine de gare pousse à la fois trois ou quatre de ces wagons sur le plan incliné jusqu'à ce qu'ils viennent au-dessus des trémies ; on ouvre leur fond mobile et ils se vident en quelques secondes.

Sur les *Elevated Railroads* de New-York, le chargement des soutes à com-

bustible se fait à Rector street, les machines restant en tête du train. La quantité de combustible nécessaire est emmagasinée d'avance dans une sorte de grande pelle à rebords, mobile autour d'un axe horizontal placé à environ 3 m. de rail. Normalement, cette écope est verticale, l'ouverture tournée vers le haut et en dehors de gabarit. La machine s'arrête de telle façon que sa caisse à charbon se trouve exactement en face de l'appareil. La partie articulée est aussitôt abaissée par un agent spécial commandant un mécanisme de décliquetage, et le charbon tombe rapidement dans la soute; le chauffeur aide son écoulement à l'aide d'un ringard. Le train part dès que l'écope est redressée et l'opération prend beaucoup moins de temps qu'il n'en faut pour la décrire.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Nous avons présenté, dans divers chapitres de cet ouvrage, des conclusions partielles suffisamment développées pour que nous puissions nous contenter d'être ici très bref.

La locomotive constitue le mode d'application le plus direct de la vapeur à la traction des véhicules de chemins de fer. Comme telle, elle donnera presque toujours le maximum d'économie ; composée du minimum d'organes, indépendante de toute source centrale d'énergie, elle réunit au plus haut degré les conditions capables d'assurer, sans incidents, les services publics. Elle forme en réalité, bien qu'on en ait dit, une machine très perfectionnée. Objet, depuis plus d'un demi-siècle, de l'étude consciencieuse d'un grand nombre d'habiles ingénieurs et de constructeurs, elle représente, sous sa forme la plus moderne, un ensemble de dispositions aussi simples qu'ingénieuses, une adaptation presque parfaite au genre de service que l'on exige d'elle. Elle possède une grande élasticité ; elle est légère, puissante, simple, robuste, peu coûteuse de premier achat et économique.

Bien construite et conduite, cette machine, même lorsqu'elle est à simple expansion, ne dépense pas au delà de 1,30 kg. de charbon par cheval-indiqué et sa consommation descend souvent à 1,15 kg. La bielle motrice actionnant directement les roues, la transmission est directe et le rendement mécanique se trouve en outre très élevé. Les causes bien connues de cette économie sont les mêmes qui concourent à faire de la locomotive un moteur compact et léger. La grande vitesse du piston diminue les pertes internes, tandis que le faible volume de la chaudière et du tuyautage, le bon groupement des organes, réduisent au minimum les pertes extérieures par rayonnement. La combustion est très active et s'effectue dans des conditions satisfaisantes ; l'utilisation du calorique est bonne, la chaudière étant parfaitement appropriée au tirage intense nécessaire dans l'espèce.

On reproche souvent à la locomotive d'être soumise, dans son mouvement, à des forces perturbatrices dues au déplacement des organes alternatifs, entraînant, aux grandes vitesses, une certaine instabilité et une fatigue

notable de la voie. Ces arguments, vrais autrefois dans une certaine mesure, ne s'appliquent plus aux locomotives modernes bien construites en vue des vitesses élevées. La suppression des porte-à-faux, l'accroissement de l'empattement, l'addition, dans beaucoup de cas, d'un bogie à l'avant, ont peu à peu enlevé toute importance à ces objections. D'ailleurs, il est facile d'équilibrer, d'une manière complète, les organes alternatifs des locomotives, par exemple par l'emploi de quatre cylindres commandant des manivelles calées deux à deux à 180°. Cette solution, qui a déjà reçu des applications, se répandra sans doute dans l'avenir.

La locomotive est un moteur des plus légers. Grâce à l'excellent groupement et à la compacité des organes, à la grande vitesse du piston, à la production intense de la chaudière, elle est capable de développer jusqu'à 20 chev. par tonne de son poids, tender non compris, et rien ne prouve que la dernière limite soit atteinte. Cela met le capital d'établissement du cheval-vapeur à 75 fr. environ.

De même, si l'on a pu, à une certaine époque, estimer que la limite de puissance des locomotives était bien près d'être atteinte, la pratique de ces dernières années l'a éloquemment démenti. Les limitations ont reculé lorsqu'on s'est affranchi des craintes peu justifiées qu'inspirait la surélévation du centre de gravité des locomotives. En plaçant la chaudière à une hauteur suffisante, on a pu rendre le développement du foyer et du corps cylindrique indépendant de l'écartement des bandages et du diamètre des roues. Dans ces derniers temps, les Américains ont mis en service, sur la voie normale, des locomotives ayant une surface de grille de 8 m², un corps cylindrique de 1,90 m. de diamètre et une surface de chauffe de 280 m². On construira, en Europe, des locomotives d'une semblable puissance, dès que le besoin s'en fera sentir.

La locomotive est encore susceptible de perfectionnements, nous l'avons vu, mais qu'il ne semble pas désirable de rechercher dans des dispositions exceptionnelles ou trop compliquées. L'expérience a toujours fini par les condamner quand, ayant pour effet de satisfaire d'une manière un peu trop absolue à certains desiderata, elles étaient obtenues aux dépens des qualités primordiales de cette machine : simplicité, compacité, endurance, légèreté; et donnaient lieu à une augmentation notable des frais d'établissement ou d'entretien. Autrement dit, dans toute innovation relative à la locomotive, on ne doit pas se préoccuper trop exclusivement des points spéciaux qui ont fixé l'attention, ni perdre de vue les caractères généraux auxquels doivent être subordonnés tous les autres.

La valeur industrielle et l'efficacité de la locomotive résultent en effet, plus que pour tout autre moteur, en raison des conditions multiples auxquelles elle doit satisfaire, d'un ensemble de qualités qu'il faut s'attacher à

réunir et concilier, et qui ne sauraient se remplacer ou se compenser mutuellement.

Nous bornons aux indications très générales énoncées ci-dessus les arguments que l'on doit présenter en faveur de la locomotive et que l'on pourrait, à son avantage, porter sur d'autres terrains. Nous espérons avoir montré, au cours de cet ouvrage, que la locomotive, peut-être un peu méconnue dans certains milieux, loin d'être un moteur arriéré et entravé par de strictes limitations, est en réalité une machine très perfectionnée, un outil simple et économique, admirablement adapté au travail qui lui est demandé.

Ce sont là, croyons-nous, des vérités que l'on ne saurait trop répéter aujourd'hui.

ANNEXES

Nous donnons ci-après, comme Annexes, la reproduction de quelques Cahiers des charges et Spécifications pour la fourniture de locomotives, émanant de grandes Administrations françaises et étrangères, qui ont bien voulu nous les communiquer. Ces documents, rédigés avec grand soin et de manière détaillée, renferment des renseignements techniques variés qui formeront un utile complément de cet ouvrage.

CAHIER DES CHARGES

POUR LA

CONSTRUCTION DE LOCOMOTIVES

A essieux accouplés devant recevoir les numéros à .

Travaux compris dans la fourniture. ARTICLE PREMIER. — L'entreprise comprend la construction, la peinture, le transport et la livraison sur les voies de la Compagnie de l'*Est*, en gare d'Epernay, des locomotives
qui font l'objet du traité en date du
auquel le présent Cahier des charges est annexé.

Ces locomotives seront livrées complètes dans toutes leurs parties, entièrement terminées et prêtes à être mises en service.

L'expédition et le transport des locomotives jusqu'au lieu de livraison, ainsi que le remontage dans les ateliers de la Compagnie, à Epernay, des pièces du mouvement qui auront dû être démontées pour le transport à froid des locomotives depuis les ateliers de construction, seront exécutés par les soins, aux frais, risques et périls des constructeurs. Toutefois le transport sur les voies de la Compagnie de l'*Est*, depuis la gare par laquelle les locomotives seront entrées sur son réseau jusqu'à ses ateliers d'Epernay, sera fait gratuitement.

Note technique. Dessins. ART. 2. — Les locomotives seront construites conformément aux indications de la note technique N° et aux plans d'ensemble et de détails cotés qui seront remis aux constructeurs par l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie.

Néanmoins, avant de passer à l'exécution, les constructeurs devront vérifier ces dessins, de façon à s'assurer qu'il n'existe pas d'omissions ou d'erreurs dans les dispositions d'ensemble ou de détails et dans les cotes de ces plans.

S'il existait des erreurs ou omissions dans les indications de ces plans ou dans celles des Cahiers des charges, les constructeurs devraient y suppléer avec l'assentiment de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction, sans que cela puisse donner lieu de leur part à aucune réclamation d'augmentation de prix.

Ils exécuteront à leurs frais les plans d'ensemble et de détails qui ne leur auraient pas été remis et qui seraient nécessaires pour la construction desdites locomotives ; ils les soumettront à l'approbation de l'ingénieur en chef avant de passer à l'exécution. Ces plans seront remis en double expédition, dont l'une sera retournée aux constructeurs, approuvée et modifiée, s'il y a lieu.

NOMENCLATURE ET POIDS DES PIÈCES. — Une nomenclature détaillée des pièces entrant dans la construction de ces locomotives et indiquant la nature, la qualité ou le poids de ces pièces, groupant ensemble toutes les pièces qui entrent dans la composition des diverses parties constitutives de la locomotive, sera établie par les constructeurs.

Une expédition de cette nomenclature sera remise à la Compagnie, lors de la livraison de la première locomotive. Cette expédition est comprise dans le prix stipulé au traité pour la fourniture des locomotives.

Droit de modification. ART. 3. — La Compagnie se réserve le droit de modifier, pendant l'exécution du marché, les formes et les dimensions des différentes pièces des locomotives. Toutefois, dans le cas où ces modifications entraîneraient pour les constructeurs des dépenses supplémentaires, la Compagnie aurait à leur en tenir compte sur prix de revient dûment justifiés.

Provenance, nature et qualité des matériaux. ART. 4. — Les matières et pièces nécessaires pour la construction des locomotives ne pourront provenir que des usines spécialement agréées par l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie, à la suite des propositions qui lui seront soumises par les constructeurs.

Elles seront strictement conformes, en ce qui concerne leurs dimensions, leur nature et leurs qualités, aux indications de la note technique n° .

Elles satisferont à toutes les prescriptions des divers Cahiers des charges spéciaux énumérés dans cette note, et en outre aux prescriptions suivantes :

PROPORTION DES ESSAIS DES TÔLES POUR CHAUDIÈRES. — Chacune des feuilles de tôle entrant dans la construction des chaudières sera essayée séparément, par les soins des agents de la Compagnie de l'*Est*.

BRONZE. — La composition du bronze employé pour les coussinets, tiroirs, bagues et pièces soumises au frottement, sera celle qui figure sous le numéro 1 au tableau suivant. Pour la robinetterie, on emploiera celle qui figure sous le numéro 2.

	N° 1	N° 2
Cuivre rouge	84	90
Etain	16	10
	100	100

LAITON. — La composition du laiton sera la suivante :

Cuivre rouge	68	100
Zinc	32	

FONTES. — Les fontes seront grises, d'un grain serré et régulier, et faciles à travailler au burin et à la lime. Elles devront satisfaire aux essais définis ci-après :

1° *Pièces soumises à la pression.* — Les pièces soumises à la pression [cylindres, cuvette du régulateur, etc..., les segments de piston exceptés] donneront lieu à des essais de traction, de flexion et de choc.

Les éprouvettes destinées aux essais de traction seront terminées par des appendices disposés pour s'opposer au retrait. Elles auront une section carrée de 20 mm. de côté dans la région de rupture.

Les barreaux prismatiques destinés à servir aux essais de flexion et de choc auront une section carrée de 40 mm. de côté. Toutes ces éprouvettes seront essayées à l'état brut de fonte.

En ce qui concerne les cylindres, les éprouvettes seront coulées avec chacun d'eux et resteront adhérentes à la pièce fondue pour être détachées par l'agent délégué de la Compagnie de l'*Est*.

Pour les autres pièces soumises à la pression, il sera coulé à chaque fusion deux éprouvettes pour chaque genre d'essai. L'agent de la Compagnie présent à la fusion, déterminera le moment où les prises d'essai devront être coulées.

La résistance à la rupture par traction devra être comprise entre 16 et 18 kg. par millimètre carré de la section essayée.

Les barreaux de flexion seront essayés à l'appareil Monge.

Ils devront supporter, sans se rompre, l'action d'un poids de 300 kg. agissant sur un levier à distance de 1 m. du point d'appui le plus voisin de l'application de la charge. Les poids du levier, du plateau et des accessoires ramenés à la distance de 1 m. seront compris dans le poids de 300 kg. indiqué ci dessus.

Dans l'essai au choc, le barreau placé horizontalement sur des couteaux espacés de 16 cm., devra supporter sans se rompre le choc d'un mouton de 10 kg. tombant librement de 50 cm. de hauteur au milieu de l'intervalle des points d'appui.

La chabotte supportant les couteaux aura un poids d'au moins 800 kg.

2° *Segments de pistons et pièces diverses.* — La fonte destinée à la confection des pièces diverses sera essayée à la traction et au choc, à raison de deux éprouvettes pour chaque essai et pour chaque coulée.

Pour les tambours destinés à la confection des segments de piston, la résistance à la traction devra être comprise entre 12 et 14 kg. par mm², et la hauteur de chute du mouton ne devra pas être inférieure à 400 mm., toutes les autres conditions restant les mêmes que celles indiquées plus haut.

Pour les autres pièces, la résistance à la traction sera comprise entre 14 et 16 kg. par mm² et la hauteur de chute minima du mouton sera de 450 mm.

Acier forgé. — D'une façon générale, toutes les pièces d'acier devront être recuites avec soin après forgeage.

Les manivelles d'accouplement et les glissières des têtes de piston dont la fabrication ne rentre pas dans l'un des Cahiers des charges spéciaux indiqués dans la note technique ci-annexée, devront répondre aux conditions suivantes.

La résistance à la traction ne devra pas être moindre de 50 kg. par mm². et l'allongement inférieur à 20 0/0.

Les éprouvettes destinées à cet essai seront prélevées dans les pièces elles-mêmes, la proportion des essais sera celle indiquée par le Cahier des charges N° 8 M. P. Elles seront découpées entièrement à froid sans aucun travail de forgeage, trempe ou recuit ultérieur.

La partie calibrée aura un diamètre de 20 mm. et une longueur de 200 mm.

Métal antifriction. — La composition du métal antifriction est de quatre sortes suivant son emploi :

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Cuivre	0	10	0	5,556
Etain	10	0	12	83,333
Zinc	0	0	0	0
Plomb	70	65	80	0
Antimoine	20	25	8	11,111
Total	100	100	100	100,000

L'alliage n° 1 s'emploie pour les colliers d'excentriques et les tiroirs.

L'alliage n° 2 s'emploie pour les coulisseaux de têtes de pistons.

— n° 3 — les garnitures métalliques dites : « Kubler ».

— n° 4 — les coussinets des boîtes à graisse, roues motrices, accouplées et porteuses ;

pour les coussinets en bronze pour bielles;
— en acier moulé, grosses têtes de bielles motrices.

PEINTURE. — Les matières entrant dans la composition des peintures seront de la meilleure qualité.

Les diverses peintures seront composées comme suit :

1° *Minium de fer*	Minium de fer broyé à l'huile .	600	1 000 gr.
	Huile de lin	240	
	Siccatif français	80	
	Essence de térébenthine. . .	80	
2° *Teinte d'impression.* . . .	Céruse broyée à l'essence . . .	400	1 000 —
	Minium de fer	300	
	Vernis à teinte.	300	
3° *Gris au vernis*	Céruse broyée à l'essence. . .	600	1 000 —
	Noir de fumée léger.	30	
	Vernis à teinte.	370	
4° *Noir mat*	Noir de fumée léger	150	1 000 —
	Essence	300	
	Vernis à teinte	550	
5° *Teinte pour filets*	Vermillon	714	1 000 —
	Essence	71	
	Vernis à teinte.	215	
6° *Apprêt anglais*.	Céruse broyée à l'essence. . .	250	1 000 —
	Apprêt Filling broyé à l'essence.	400	
	Vernis à teinte.	250	
	Ocre rouge.	100	
7° *Enduit de mastic au vernis.*	Céruse en poudre.	330	1 000 —
	Ocre rouge.	250	
	Vernis à teinte.	250	
	Apprêt Filling	150	
	Essence	20	
8° *Noir brillant.*	Noir de fumée léger.	50	1 000 —
	Vernis à teinte	950	
9° *Glacis noir.*	Noir de fumée	20	1 000 —
	Vernis à teinte	980	

Conditions d'exécution. 1° Chaudière. ART. 5. — *Perçage des trous.* — Le poinçonnage des trous est formellement interdit. Tous les trous des tôles de la chaudière et ceux des cuivres du foyer seront, sans exception, percés au foret, en laissant 2 mm. pour l'alésage, afin d'obtenir une concordance parfaite lors du montage ; l'emploi de broches pour l'agrandissement des trous est rigoureusement interdit.

Pour l'exécution des chaudières on suivra les prescriptions suivantes :

CONFECTION DES TOLES EMBOUTIES. — Les tôles d'acier pour chaudières, travaillées à chaud, seront découpées à des dimensions supérieures de 2 cm. au moins à la cote définitive, toutes les fois que le travail sera fait au poinçon ou à la cisaille.

CONFECTION DES TOLES D'ENVELOPPE DE LA BOITE A FEU ET DU CORPS CYLINDRIQUE DE LA CHAUDIÈRE. — Les tôles d'acier composant l'enveloppe de la boite à feu extérieure, du corps cylindrique

de la chaudière et du dôme de prise de vapeur, seront soumises, pour leur confection, aux opérations suivantes :

Étirage à chaud des pinces des viroles ;

Perçage préalable au foret de quelques trous d'assemblage, en laissant 2 mm. pour l'alésage ;

Chanfreinage de toutes les tôles à la machine à chanfreiner ou au tour ;

Cintrage à la machine après avoir chauffé les tôles très légèrement au four ;

Assemblage du corps cylindrique et de la plaque tubulaire de boîte à fumée, sans employer de broches pour rapprocher les tôles et en évitant, autant que possible, de frapper les tôles à coups de marteau ;

Perçage au foret de tous les trous restant à percer, en laissant 2 mm. pour l'alésage.

L'intérieur des autres ouvertures pratiquées dans la chaudière devra être parfaitement raccordé à la lime et leur contour ne devra présenter aucune partie anguleuse.

Toutes les arêtes de tôles, telles que : armatures, collerette sous l'embase du dôme, contreforts, etc., ne devront pas présenter d'angles vifs ; ces arêtes devront être parfaitement arrondies.

Assemblage provisoire des différentes parties de la chaudière. — On procédera alors au montage provisoire de la chaudière, corps cylindrique, boîte à feu extérieure, armatures diverses... etc., puis on vérifiera le parallélisme de la chaudière.

Recuit des tôles. — Enfin, on effectuera le recuit de toutes les tôles composant la chaudière, en une ou plusieurs opérations, suivant la disposition du four à recuire.

Afin d'éviter, autant que possible, toute déformation sous l'action de la chaleur, les différentes parties de la chaudière (boîte à feu, viroles, pièces du dôme de prise de vapeur), seront placées verticalement dans le four.

Les flancs de la boîte à feu seront maintenus par des entretoises en fer rond, taraudées à leurs extrémités, et réglés par des écrous montés à l'intérieur et à l'extérieur de ces flancs.

Le recuit des chaudières devra toujours être fait en présence d'un agent délégué par la Compagnie de l'Est.

Rivetage. — D'une façon générale, après le rivetage, les têtes des rivets devront serrer parfaitement sur la surface des tôles, se trouver dans l'axe de la tige et avoir les dimensions indiquées par les plans, sans criques ni manque de matière. Tout rivet qui ne remplirait pas ces conditions sera remplacé.

Matage. — Les têtes des rivets et les bords des clouures seront matés à l'intérieur comme à l'extérieur de la chaudière. Ce travail devra être exécuté avec le plus grand soin, par refoulement du métal de la partie matée, sans incrustation sensible de la tôle sur laquelle cette partie repose.

Vérification de la chaudière. — Dès que le rivetage sera terminé, la chaudière sera nivelée et vérifiée au point de vue de la concordance des axes et de l'observation des cotes des dessins.

Cette vérification sera faite en présence des agents de la Compagnie de l'*Est*.

Épreuves de la chaudière. — L'épreuve réglementaire à la presse hydraulique sera suivie d'un essai à chaud, à la pression indiquée par le timbre.

Ces épreuves seront faites en présence des agents de la Compagnie de l'*Est*.

2° Châssis. — Les longerons et les longeronnets seront parfaitement planés, leur tranche sera parfaitement dressée, tous leurs évidements seront exactement mortaisés ou fraisés ; tous leurs trous seront percés au foret ainsi que ceux des pièces qui s'assemblent avec

eux ; les trous qui se correspondent seront alésés ensemble de façon à présenter une coïncidence parfaite.

Toutes ces prescriptions se rapportent également aux autres pièces qui entrent dans la construction du châssis.

Tous les boulons devront être exactement du même diamètre que leurs trous et être emmanchés à force au moyen de la masse pour les assemblages importants et au marteau à main pour les autres. Tous les rivets devront être bouterollés et remplir parfaitement les trous.

Le nivelage des longerons, l'équerrage des plaques de garde, le parallélisme des essieux, des cylindres et des organes du mouvement, devront être rigoureusement obtenus.

3° Essieux, roues et manivelles d'accouplement. — Les essieux seront exactement tournés et les moyeux seront rigoureusement alésés de manière que tous les essieux similaires puissent être emmanchés dans l'un quelconque des corps de roues correspondants, à une pression comprise entre 40.000 et 60.000 kg.

Les corps de roues seront exactement tournés à la jante et les bandages alésés de façon que chaque bandage puisse être placé sur l'un quelconque des corps de roues de même diamètre sans distinction.

Le diamètre d'alésage des bandages est déterminé par la formule suivante :

$$d = D - DS$$

dans laquelle :

d, représente le diamètre d'alésage [en mètres] ;

D, le diamètre à la jante de la roue à embattre [en mètres] ;

S, le serrage proportionnel fixé à 0,0009 m. $\left[\frac{9}{10\,000}\right]$ pour l'acier fondu.

Après tournage, les bandages devront avoir les épaisseurs indiquées à la Note technique N° .

Les deux roues d'un même essieu et les roues accouplées d'une même locomotive devront avoir exactement le même diamètre à l'extérieur des bandages et au contact du rail.

Les manivelles extérieures seront, s'il y a lieu, calées, soit à froid, soit à chaud, sur l'essieu dans les conditions suivantes :

A froid, les manivelles seront calées sur l'essieu à la presse hydraulique, à une pression comprise entre 35.000 et 50.000 kgs. [Les surfaces de calage, aussi bien pour les corps de roues que pour les manivelles, devront être propres, sans bavures, sans défauts et soigneusement enduites de suif.]

A chaud, le serrage à donner sera exprimé par la formule

$$D - d = 0{,}004\ D$$

Dans le cas de calage à froid ou de calage à chaud, l'équerrage des manivelles sera réglé d'une manière rigoureuse.

Le clavetage des corps de roues et des manivelles sera fait avec soin.

4° Cylindres. Mouvement. Distribution. — Les conduits des lumières, ainsi que les tubulures d'échappement, ne devront présenter aucun étranglement ; la surface des uns et des autres sera aussi lisse que possible.

Les cylindres seront parfaitement alésés.

Les tables des tiroirs devront être d'une dureté très régulière ; elles seront exactemen dressées et devront présenter un poli parfait, sans grains durs ni soufflures.

Les cylindres seront essayés sous une pression hydraulique effective de 15 kg. par cm^2. Un essai à chaud à la pression de 12 kg. suivra l'essai à la presse. Dans ces essais, il ne devra se révéler aucun défaut.

Les surfaces par lesquelles les cylindres s'assemblent sur les longerons seront parfaitement rabotées.

Pour permettre de vérifier à chaque instant la position du piston par rapport au plateau, on tracera d'une manière très apparente sur l'une des faces verticales de la glissière, deux traits indiquant la position qu'occupe le piston lorsque, la bielle étant démontée, il est poussé au contact avec les plateaux ; en second lieu, deux autres traits répondant au fond de course du piston quand la bielle est montée.

Les deux premiers traits seront gravés à un demi-millimètre de profondeur et accompagnés de la lettre F.

Avant la mise en place de la chaudière sur son châssis, on devra remplir, s'il y a lieu, les cavités qui se trouvent à la partie supérieure des cylindres et recouvrir en même temps les conduites de vapeur de ces cylindres d'une couche de brai mélangée de terre réfractaire et de sable dans les proportions suivantes :

Brai	70	100 gr.
Terre réfractaire	20	
Sable.	10	

5° Frein Westinghouse. — Dans le cas où les locomotives seront munies du frein à air comprimé automatique, système Westinghouse, tous les appareils spéciaux de ce frein, que la Compagnie Westinghouse se réserve généralement de fournir, devront provenir des usines de cette Compagnie.

Les réservoirs principaux à air comprimé seront essayés à la pression hydraulique de 3 kg. par cm²; ils devront résister à cette pression sans donner lieu à aucune fuite et à aucune déformation. En outre, leur étanchéité devra être telle qu'une heure après leur remplissage avec de l'air à une pression de 7 kg., la pression ne soit pas descendue au-dessous de 6 kg. et demi.

Après terminaison du montage, le frein sera soumis à un essai dans lequel on s'assurera :

1° De l'étanchéité des joints des conduites d'air comprimé et des appareils dans lesquels cet air circule, en se servant d'eau de savon, dont les bulles gazeuses révèlent les fuites;

2° De l'action simultanée des sabots sur les bandages afin d'éviter les coincements de la timonerie.

6° Cémentation et trempe. — Seront cémentées et trempées, en tout ou partie, les pièces de fer suivantes : les corps de boîtes à graisse, les têtes de bielles motrices et d'accouplement, l'écrou de la vis et les articulations des barres de changement de marche, le mouvement complet de distribution ainsi que les bielles de suspension du mouvement et les douilles des arbres de relevage, les chapes, les articulations du levier du régulateur, les articulations des tiges de pression des ressorts et leurs guides, les supports de suspension, les clavettes de serrage des coussinets des bielles motrices et d'accouplement, toutes les articulations des mouvements des purgeurs, de l'échappement, du frein, des pignons et engrenages du cric de commande, en un mot, toutes les pièces soumises à un frottement.

Calibres. Filetages. Art. 6. — Toutes les parties des locomotives seront exécutées sur les mêmes modèles et sur les mêmes dimensions, qui ne devront pas dépasser celles des plans ; elles seront exécutées d'après des calibres de telle façon que les pièces de rechange puissent s'appliquer indifféremment à l'une quelconque d'entre elles.

Tous les pas de vis seront conformes au tracé des filetages adoptés par la Compagnie. Les calibres nécessaires à leur vérification seront remis aux constructeurs contre remboursement de leur valeur. Ces calibres permettront aux constructeurs d'établir leur outillage ; ils devront ensuite être retournés en bon état à la Compagnie avec leur contre-facture.

Repérage des pièces. ART. 7. — Toutes les pièces des locomotives susceptibles d'être démontées seront repérées au numéro de la locomotive avec indication de la place qu'elles occupent, à droite ou à gauche, au moyen des lettres D et G.

Elles recevront en outre, à la suite ou au-dessous de ce repère (d'après la place dont on dispose), une des lettres F ou A, suivant que la pièce est en fer ou en acier. Cette lettre sera suivie des chiffres indiquant le mois et le millésime de sa fabrication.

En outre des marques prescrites par le Cahier des charges spécial pour la fabrication des bandages, les bandages des roues recevront, sur leurs faces verticales, trois marques relatives à l'usine qui les a posés, à l'époque de pose et à celle de tournage. Elles se composeront chacune de l'abréviation du nom des constructeurs et de la date [numéro du mois et les deux derniers chiffres du millésime] suivis de la lettre P pour la pose et de la lettre T pour le tournage, conformément aux plans.

Les marques de pose doivent être imprimées à chaud avec des lettres de 20 mm. de hauteur et des chiffres de 10 mm. de hauteur.

Les marques de tournage seront apposées à froid avec des lettres et des chiffres de 5,5 mm. de hauteur, en séparant par un coup de pointeau les lettres des nombres.

Ces marques doivent être apposées, la première sur la face extérieure, les autres sur la face intérieure des bandages, à 5 mm. environ du bord intérieur et à la suite les unes des autres. Leur profondeur sera d'environ 2 mm, conformément aux plans.

Les manivelles d'accouplement recevront, sur leur surface extérieure, une marque indiquant le numéro de l'essieu, la désignation et l'orientation de la roue, le nom de l'usine ayant effectué le calage, la date du calage et la nature du métal.

Les chiffres et les lettres auront 6 mm. de hauteur sur 4 mm. de largeur.

Les essieux devront également porter d'une façon apparente, au milieu du corps, le numéro de la machine à laquelle ils appartiennent. Ce numéro sera reporté sur chaque bout de l'essieu avec les lettres D ou G indiquant l'orientation des roues. En ce qui concerne les roues porteuses, le numéro de l'essieu n'est pas reporté sur les fusées; on n'indiquera sur celles-ci que l'orientation D ou G.

Le numéro de l'essieu des roues accouplées est le numéro de la locomotive correspondante ; le numéro de l'essieu des roues porteuses est le double du numéro de la locomotive correspondante.

Pour les roues accouplées, le numérotage est complété par des abréviations qui en indiquent la position relative.

Peinture. ART. 8. — Les parties suivantes des locomotives seront peintes :

1° L'extérieur de la chaudière ainsi que la face intérieure des tôles d'enveloppe recevront une couche de peinture au minium ;

2° L'extérieur des enveloppes de la chaudière recevra une peinture soignée consistant dans les opérations suivantes :

Un ponçage à l'essence,
Une couche d'impression,
Une couche de gris au vernis,
Une couche de noir mat,
Un glacis noir,
Filets au vermillon,
Une couche de vernis à finir.

3° L'extérieur des rampes, soutes [dans les machines-tenders], couvre-roues, enveloppe du dôme, abri de la plate-forme, recevront :

Un ponçage à l'essence,
Une couche d'impression,
Trois couches d'apprêt Filling,
Deux couches d'enduit de mastic au vernis,
Un ponçage à l'eau,
Un ponçage au papier de verre,
Une couche de gris au vernis,
Une couche de noir mat,
Une couche glacis noir,
Filets au vermillon,
Deux couches vernis à finir.

4° Toutes les pièces de détails, marchepieds, supports divers, etc.., recevront :

Une couche de gris au vernis.
Une couche de noir au vernis.

5° Avant la mise sur roues, les longerons et les roues recevront :

Une couche de gris au vernis,
Deux couches de mastic au vernis,
Un ponçage à l'eau,
Une couche de noir mat,
Une couche de vernis à finir.

6° Les traverses d'avant et celles d'arrière des machines-tenders recevront :

Un ponçage à l'essence,
Une couche d'impression,
Trois couches d'apprêt Filling,
Deux couches d'enduit de mastic au vernis,
Un ponçage à l'eau,
Un ponçage au papier de verre,
Une couche de gris au vernis,
Deux couches de vermillon,
Une couche de vernis à finir.

Les locomotives recevront l'inscription EST et le numéro de la locomotive sur leur traverse d'avant, et, pour les machines-tenders, sur la face extérieure de chacune des soutes de droite et de gauche, ainsi que sur la paroi arrière de l'abri.

Poids. ART. 9. — Le poids de chaque locomotive devant servir, s'il y a lieu, à l'établissement du prix, sera la moyenne des poids constatés sur les appareils de pesage des deux parties contractantes.

Épreuve des matières. Surveillance. ART. 10. La Compagnie se réserve le droit de faire suivre la construction par ses ingénieurs et agents réceptionnaires qui auront, en conséquence, pendant toute la durée des travaux, la libre entrée dans les ateliers des constructeurs, ainsi que dans les ateliers des sous-traitants dûment autorisés, conformément à l'article 14.

Un endroit clos, couvert et bien éclairé, destiné à la vérification des pièces, ainsi qu'une table à écrire et une table à dessiner installées dans un des bureaux des ateliers des constructeurs, seront mis à la disposition des agents de la Compagnie.

Ces agents pourront faire subir aux matériaux et aux diverses pièces, avant leur mise en place, telles épreuves qu'ils jugeront nécessaires pour en faire vérifier la qualité et la bonne confection.

Ils pourront suspendre tout travail qui ne leur paraîtrait pas convenablement fait, s'opposer à l'emploi des pièces qui leur paraîtraient défectueuses, enfin faire démonter celles qui seraient déjà placées, quels qu'en soient le nombre, l'importance et la nature.

Si le constructeur ne veut pas que les pièces rebutées soient immédiatement détruites ou modifiées de manière à les rendre impropres à leur destination première, elles seront marquées d'un signe indélébile pour qu'elles puissent toujours être reconnues ; elles seront conservées , pendant tout le temps de la construction, à la disposition des agents réceptionnaires et leur seront représentées à toute réquisition pour en vérifier le nombre.

Tous les essais des matériaux et épreuves seront faits aux frais des constructeurs, qui devront fournir tous les appareils, la main-d'œuvre et les calibres nécessaires.

La réception et les essais de toute nature que devront subir les objets et matières fournis par les sous-traitants, seront faits à la volonté de la Compagnie, soit dans les ateliers de ces sous-traitants, soit dans ceux du constructeur adjudicataire de la fourniture des locomotives ; mais il est bien entendu que les réceptions faites chez les sous-traitants sont absolument provisoires et que les pièces reconnues ultérieurement défectueuses seront rebutées.

Réception. Délais de garantie. ART. 11. — La réception provisoire des locomotives aura lieu dans les ateliers de la Compagnie de l'*Est* après des essais en feu sur la ligne, qui seront répétés autant de fois que cela paraîtra nécessaire à la Compagnie des Chemins de fer de l'*Est*. Ces essais seront faits aux frais de la Compagnie, en présence des agents du constructeur, immédiatement après le remontage, par les soins de celui-ci, des pièces du mouvement démontées pour le transport à froid des locomotives.

Cette réception provisoire fera l'objet d'un procès-verbal signé par les agents des deux parties.

La réception définitive sera faite après un parcours effectif de 25.000 kilomètres, et au plus tard un an après la réception provisoire, sans préjudice des garanties spéciales pour les essieux et bandages résultant des Cahiers des charges spéciaux.

Toute pièce venant à casser ou à être avariée, ou présentant des défauts pendant le parcours de garantie, sera remplacée par le constructeur, ou à ses frais, par la Compagnie elle-même, si elle le juge convenable.

Toutefois, le constructeur ne sera pas rendu responsable des ruptures qui pourraient résulter d'un choc violent ou d'un accident, à moins cependant que celui-ci ne provienne de quelque défaut des matières ou de quelque imperfection dans la construction.

Il n'aura pas à supporter les frais ordinaires d'entretien ou d'usure normale, mais il prendra à sa charge les réparations dues à des défauts de construction ou à la mauvaise qualité des matières.

Si les avaries constatées indiquaient un vice général dans la fabrication des pièces ou dans la qualité des matières, la Compagnie aurait le droit de faire remplacer, aux frais des constructeurs, toutes les pièces semblables affectées de ce vice, lors même qu'elles auraient résisté.

Les frais de transport des pièces livrées en remplacement ou retournées après avoir été rebutées, y compris le transport sur le réseau de l'Est, seront à la charge des constructeurs.

Droits de brevets. ART. 12. — Si les procédés ou les machines employés pour la fabrication des pièces et la construction des locomotives, les pièces détachées entrant dans leur construction ou les locomotives elles-mêmes dans leur ensemble, donnaient lieu à des droits de brevets, ces droits seront à la charge exclusive des fournisseurs, qui devront se munir des autorisations et licences nécessaires et qui ne pourront exercer aucune répétition envers la Compagnie des Chemins de fer de l'*Est*.

Frais de douane. ART. 13. — Les frais de douane à la frontière pour l'entrée en France des pièces détachées ou des locomotives entièrement achevées, seront à la charge des constructeurs.

Défense de sous-traiter. ART. 14. — Les constructeurs feront exécuter les travaux dans leurs ateliers et ne pourront sous-traiter pour tout ou partie de la fourniture, sans l'assentiment écrit de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de l'*Est*.

Ils resteront toujours responsables envers la Compagnie de toutes les parties de la fourniture, comme si elles avaient été exécutées dans leurs propres ateliers.

NOTE

SUR LA

CONSTRUCTION DES LOCOMOTIVES-TENDERS[1]

A 4 essieux, dont 3 accouplés, dites de « banlieue ».

I. — DESCRIPTION

Les locomotives-tenders dites « de banlieue » seront à 8 roues dont 6 accouplées et 2 porteuses; les roues accouplées seront placées sous le corps cylindrique de la chaudière, entre les cylindres et l'avant de la boîte à feu; les roues porteuses seront placées à l'arrière sous le foyer.

Le châssis sera à longerons extérieurs aux roues.

Les cylindres et le mouvement de distribution de vapeur seront placés intérieurement au châssis et aux roues.

Ces locomotives porteront leurs approvisionnements dans deux soutes à eau placées sur les côtés de la chaudière au-dessus du tablier, et dans deux soutes à combustible dont une placée sur le côté gauche de la chaudière, et l'autre à l'arrière de la locomotive.

Elles seront munies du frein à air comprimé automatique, système Westinghouse, des sablières à vapeur système Gresham et Craven, des appareils de prise de vapeur et de compression de l'air pour le chauffage des trains par la vapeur et l'air combinés.

La disposition et les dimensions de leurs différentes pièces seront conformes aux indications ci-après :

1° Chaudière. — Les dimensions principales de la chaudière seront les suivantes :

Grille :

Longueur suivant l'inclinaison	2,285 m.
Largeur	0,991 —
Surface	2,26 m²
Épaisseur des barreaux	0,009 m.
Vide entre deux barreaux consécutifs	0,010 —

Foyer :

Hauteur du ciel comptée du dessous du cadre	à l'avant	1,628 m.
	à l'arrière	1,358 —
Largeur intérieure	en haut	1,067 —
	en bas	0,991 —
Longueur intérieure	en haut	2,2055 —
	en bas (mesurée horizontalement)	2,260 —
Épaisseur du cuivre des parois		0,0145 —
Épaisseur de la plaque tubulaire	partie correspondant aux tubes	0,027 —
	en bas	0,0145 —
Dimensions de la porte du foyer (elliptique)	grand axe horizontal	0,450 —
	petit axe vertical	0,350 —

[1] Ces machines sont représentées dans leur ensemble figure 63 et Pl. IV.

Tubes :

Nombre	245	
Diamètre extérieur	0,040	m.
— intérieur	0,03534	—
Épaisseur	0,00233	—
Distance d'axe en axe	0,0555	—
Diamètre d'alésage des trous dans la plaque tubulaire : du foyer	0,038	—
Diamètre d'alésage des trous dans la plaque tubulaire : de la boîte à fumée	0,042	—
Longueur entre les plaques tubulaires	4,100	—

Surface de chauffe :

Du foyer, au-dessus de la grille	10,60	m²
Des tubes (calculée d'après le diamètre moyen)	118,72	—
Totale	129,32	—

Boîte à feu extérieure :

Longueur extérieure en bas (mesurée horizontalement)	2,459	m.
Largeur extérieure	1,189	—
Épaisseur de la tôle d'enveloppe : partie supérieure	0,020	—
Épaisseur de la tôle d'enveloppe : paroi latérale	0,0145	—
— des faces d'avant et d'arrière	0,015	—

Corps cylindrique :

Diamètre moyen	1,300	m.
Longueur y compris la boîte à fumée	5,136	—
Épaisseur des tôles du corps cylindrique	0,0145	—
Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	0,020	—

Dôme de prise de vapeur :

Diamètre intérieur	0,700	m.
Hauteur au-dessus de la génératrice supérieure de la virole du corps cylindrique	0,900	—
Épaisseur des parois du dôme	0,010	—
Épaisseur de la collerette fixant le dôme	0,018	—
Épaisseur de la contre-plaque armant l'ouverture du dôme de la chaudière	0,020	—
De l'axe du dôme à la face arrière de la boîte à feu	4,307	—
Diamètre extérieur du tuyau établissant la communication du dôme et de la base de la cuvette du régulateur de prise de vapeur	0,130	—
Épaisseur du tuyau établissant la communication du dôme et de la base de la cuvette du régulateur de prise de vapeur (cuivre rouge)	0,0015	—

Boîte à fumée :

Longueur intérieure	1,1095	m.
Épaisseur de la virole de boîte à fumée	0,0145	—
Épaisseur de la doublure du fond	0,0145	—
Épaisseur de la face avant	0,014	—

Chaudière :

Longueur totale de la chaudière comptée de l'extérieur de la boîte à feu à l'extérieur de la boîte à fumée	7,595	m.
Du dessous du rail à l'axe du corps cylindrique	2,150	—

Du dessous du rail au-dessous du cadre du foyer { à l'avant	0,736 m.
à l'arrière	1,006 —
Capacité intérieure de la chaudière	5,880 m³
Volume d'eau à 0,150 m. au-dessus du ciel	4,183 —
Volume de vapeur	1,697 —
Timbre en kilogrammes de pression effective par centimètre carré	12 kg.

Soupapes :

Nombre	2
Type (à action directe système Adams).	
Diamètre	0,063 m.

Cheminée conique :

Diamètre intérieur minimum	0,350 m.
— — en haut	0,500 —
— — en bas	0,840 —
Hauteur de la section réduite au-dessus de l'orifice de l'échappement	0,676 —
Hauteur de l'orifice de l'échappement au-dessus de l'axe de la rangée supérieure des tubes	0,055 —
Hauteur de l'orifice de la cheminée au-dessus de la génératrice supérieure de la chaudière	1,3855 —
Hauteur totale de la cheminée au-dessus du rail	4,200 —
Épaisseur de la cheminée en tôle d'acier	0,005 —

Détails de construction de la chaudière. — Le foyer sera en cuivre, à ciel plan, réuni à son enveloppe au moyen de tirants verticaux.

Les parois latérales et le ciel du foyer seront en trois pièces.

La boîte à feu extérieure sera formée de trois tôles, dont une plus épaisse que les deux autres, pour le filetage des tirants servant à soutenir le ciel du foyer.

La réunion du foyer et de son enveloppe extérieure se fera, à la partie inférieure, au moyen d'un cadre en fer forgé présentant, à ses angles, des appendices pour la rivure des angles inférieurs de l'enveloppe extérieure; à l'arrière, par le cadre en fer de la porte du foyer.

Les tôles formant les viroles du corps cylindrique seront d'une seule pièce.

La boîte à fumée sera formée par le prolongement de la première virole; une doublure de même épaisseur placée intérieurement la garantira à sa partie inférieure.

Cette doublure sera ajustée contre le bord de la plaque tubulaire afin d'éviter l'infiltration de l'eau entre les deux tôles.

La plaque tubulaire de boîte à fumée sera à rebords rabattus; elle sera tournée extérieurement pour s'ajuster exactement à l'intérieur de la première virole sur laquelle elle sera rivée.

La face avant de la boîte à fumée sera fixée sur la virole de boîte à fumée, au moyen de cornières.

Un dôme de prise de vapeur sera fixé sur la seconde virole d'arrière du corps cylindrique. L'ouverture ménagée dans la chaudière aura ses bords renfoncés par la collerette servant d'attache au cylindre du dôme et par une contre-plaque rivée à l'intérieur.

Un tuyau en cuivre rouge mettra en communication la partie supérieure du dôme avec la base de la cuvette du régulateur de prise de vapeur, au-dessous de laquelle il viendra déboucher en faisant joint par sa bride sur les bords de l'ouverture.

Clouures. — Les clouures réunissant entre elles les tôles du foyer et le foyer au

cadre seront à simple rangée de rivets. Les clouures des tôles de la boîte à feu extérieure entre elles et avec le cadre, seront à simple rangée de rivets.

Toutes les clouures longitudinales ou transversales du corps cylindrique, y compris celle qui le réunit à l'enveloppe de la boîte à feu, la clouure verticale du dôme et celle de sa collerette sur la chaudière seront à double rangée de rivets.

La clouure de la plaque tubulaire de boîte à fumée et les deux clouures transversales du dôme seront à simple rangée de rivets.

Le diamètre d'alésage des trous destinés à recevoir les rivets sera de 0, 023 m. Tous les rivets seront en fer de Suède de la qualité spéciale indice R.

Armatures. — La face plane d'arrière de la boîte à feu et la plaque tubulaire de boîte à fumée seront armées, à leur partie supérieure, par deux armatures en forme de T, composées de deux tôles d'acier rivées entre elles et repliées à chacune de leurs extrémités pour s'attacher sur la partie voisine du corps cylindrique.

Le ciel du foyer sera réuni à son enveloppe par des tirants verticaux en fer, au nombre de 133, vissés dans les tôles et maintenus extérieurement par des écrous (fig. 241).

Le diamètre des tirants au corps sera de	0,0215 m.
— — au filetage de.	0,025 —
Le pas de la vis sera de	0,002 —
Profondeur du filet	0,0015 —

Sept tirants réuniront au corps cylindrique la plaque tubulaire du foyer dans la partie située au-dessous des tubes.

Les faces planes du foyer et de son enveloppe seront réunies entre elles par des entretoises en cuivre rouge percées d'un trou suivant leur axe, et espacées conformément aux plans.

Le diamètre extérieur des entretoises sera de	0,024 m.
— — au fond du filet.	0,021 —
Le pas du filet.	0,002 —
Le diamètre du trou central	0,006 —

Toutefois les trois premières rangées du haut des faces d'avant et d'arrière du foyer auront les dimensions suivantes :

Diamètre extérieur.	0,025 m.
— au fond du filet.	0,022 —
Pas.	0,002 —

Elles seront rivées à l'extérieur comme à l'intérieur ; le trou central sera débouché à l'intérieur après la rivure.

Tubulure. — Les tubes seront en acier doux sans raboutage; ils seront disposés par rangées verticales; l'alésage des trous dans les plaques tubulaires pourra être fait cylindrique ou conique sous une inclinaison de la génératrice de 1 40. Les tubes seront mandrinés dans les plaques tubulaires au moyen de l'appareil Dudgeon et rivés ensuite à leurs deux extrémités.

Accessoires de la chaudière. — La chaudière sera munie des divers accessoires en usage, tels que : plombs fusibles fixés au ciel du foyer ; bouchons de lavage dans le cadre, sur les parois latérales, sur la face avant de la boîte à feu, à la partie supérieure de chaque côté de l'enveloppe du foyer, au-dessus de la porte du foyer, sur l'angle du côté droit de la plaque arrière, à la partie inférieure de la plaque tubulaire de boîte à fumée et à la partie inférieure du corps cylindrique ; bouchon de vidange à la partie inférieure des grandes viroles.

Elle portera un robinet de remplissage placé sur la face d'avant de la boîte à feu, trois robinets de jauge, un indicateur de niveau de l'eau avec robinets et tube en cristal, les robinets de prise de vapeur du manomètre, des injecteurs, de la sablière à vapeur système Gresham et Craven, des deux pompes de compression du frein à air comprimé, système Westinghouse, et du chauffage par la vapeur et l'air combinés, un robinet de prise de vapeur pour ce chauffage, un robinet souffleur dont la manœuvre sera à la main du mécanicien, un robinet de prise de vapeur avec raccord conique pour le nettoyage des tubes ou pour tout autre usage et le robinet du frein à contre-vapeur.

Elle sera munie d'un sifflet, de deux soupapes de sûreté, à action directe, système Adams, placées sur le dôme de prise de vapeur, et d'un manomètre Bourdon marquant jusqu'à 14 kg. et sur lequel un trait bien apparent indiquera la pression de 12 kg. à laquelle la chaudière sera timbrée ; d'un manomètre Bourdon pour le frein à air comprimé marquant jusqu'à 10 kg. et sur lequel un trait bien apparent indiquera la pression de 4,5 kg.

Les soupapes seront réglées de manière à laisser la vapeur s'écouler dès que la pression effective atteindra la limite maxima indiquée par le timbre. De plus, la chute de pression déterminée par l'évacuation par les soupapes ne devra pas être supérieure à 1/4 de kg.

L'écrou inférieur du tube indicateur du niveau de l'eau sera surmonté d'une virole faisant corps avec lui, dont le dessus sera à une hauteur de 130 mm. au-dessus du ciel du foyer.

Le robinet de jauge inférieur sera placé à 110 mm. au-dessus du ciel du foyer ; les robinets seront espacés entre eux verticalement de 66 mm.

Une plaque indicatrice du niveau de l'eau sera placée à proximité, le trait gravé sur cette plaque avec la mention : *Niveau de l'eau. Limite inférieure;* elle sera placée à 130 mm. au-dessus du ciel du foyer.

Les rivets du cadre de la porte du foyer et ce cadre lui-même seront garantis à la partie inférieure par une tôle formant recouvrement.

Les portes du foyer et de la boîte à fumée seront garnies de contre-plaques en tôle. La porte du foyer sera munie d'un registre pour permettre l'introduction d'air au-dessus de la grille.

La grille sera formée de barreaux en fonte à quatre lames :

D'une longueur de		0,550 m.
D'une épaisseur de lames de		0,009 —
Laissant entre elles un vide de		0,010 —
Nombre de barreaux	ordinaires	48
	d'angles	4

Le foyer sera muni d'une voûte en briques réfractaires de 880 mm. de longueur supportée par deux sommiers reposant chacun sur les têtes de 4 vis fixées sur les parois latérales du foyer, et d'un déflecteur fixé à la partie supérieure du cadre de la porte.

Le dessous du foyer sera garni d'un cendrier (fig. 756), entièrement fermé avec portes à l'avant et à l'arrière, dont la manœuvre sera à la main du chauffeur ; l'essieu d'arrière et l'entretoise des longerons traversant le cendrier seront garantis chacun par une enveloppe.

La boîte à fumée sera garnie de la grille réglementaire destinée à empêcher l'entraînement des flammèches et formée de :

Barreaux d'un diamètre de	0,005 m.
Espacés, d'axe en axe, de	0,015 —

et placés transversalement à l'axe de la chaudière (fig. 777-778).

Une tôle verticale fermera le segment du cercle que la grille ci-dessus découpe sur l'ouverture circulaire de la porte de la boîte à fumée.

La chaudière portera un régulateur de prise de vapeur à tiroir ; l'échappement de la vapeur se fera dans la cheminée par une tuyère à valves, de section variable, dont la commande sera à la main du chauffeur.

Deux injecteurs système Sellers de 8,5 et de 9,5 mm., placés, le premier à gauche, le deuxième à droite, serviront à l'alimentation de la chaudière ; ils seront installés à l'arrière au-dessus de la plate-forme du mécanicien et communiqueront avec les caisses à eau au moyen de deux tuyaux en cuivre et de robinets d'arrêt.

Les injecteurs refouleront l'eau dans la chaudière par l'intermédiaire de deux boîtes à clapet de retenue avec robinets fixés sur la chaudière à un niveau suffisamment élevé au-dessus des soutes pour les besoins du montage, et à une distance de la face arrière de la boîte à feu extérieure de 5,441 m.

Tous ces accessoires seront en tout conformes aux types employés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Le corps cylindrique de la chaudière, ainsi que l'extérieur de la boîte à feu, seront garantis par une enveloppe en tôle d'acier d'une épaisseur de 0,0015 m. fermée de toutes parts et laissant entre elle et la chaudière un intervalle variant de 0,0255 à 0,050 m.

Cette enveloppe sera supportée par une carcasse en fer convenablement disposée et assemblée au moyen de vis ; les joints des tôles qui la composent seront recouverts par des cercles en laiton.

Tous les trous ménagés dans l'enveloppe pour le passage des pièces fixées sur la chaudière, telles que les robinets, seront bouchés par un simple couvre-joint rapporté en recouvrement sur l'enveloppe et fixé avec des vis, pour la facilité du démontage.

Les trous ménagés pour les tampons de lavage des faces avant et arrière de la boîte à feu, du corps cylindrique de la chaudière, et pour ceux placés à la partie supérieure de la boîte à feu (sous l'abri) doivent être fermés, sur leur contour, par un embouti en creux ajusté sur la chaudière.

Les trous ménagés pour les tampons placés à la partie supérieure de la boîte à feu en dehors de l'abri seront recouverts par un embouti en saillie, en tôle galvanisée.

Le trou ménagé pour la médaille indiquant le timbre de la chaudière devra être fermé par un embouti en creux.

Supports de la chaudière. — La chaudière, fixée d'une manière invariable sur les cylindres par sa boîte à fumée, reposera sur un support à dilatation, formant entretoise des longerons, placé à l'avant de la boîte à feu, par l'intermédiaire des cales fixées en dessous de son corps cylindrique qui devront glisser librement sur ce support.

A l'arrière elle reposera et sera maintenue sur des longeronnets intérieurs au moyen de quatre supports à agrafe permettant sa libre dilatation, et par deux supports formant glissoirs sur la tranche supérieure de ces longeronnets.

2° Châssis. — Les dimensions principales du châssis seront les suivantes :

Écartement intérieur des longerons	1,708 m.
Épaisseur des longerons.	0,027 —
Hauteur au droit des boîtes	0,310 —
Hauteur totale	0,970 —
Longueur totale.	10,080 —
La largeur totale extérieure des tabliers sera de.	2,800 —

Détails de construction du chassis. — Le châssis placé extérieurement aux roues sera formé de deux longerons découpés avec leurs plaques de garde et leurs entretoises dans des feuilles de tôle d'acier doux (fig. 634).

Les longerons seront entretoisés entre eux à l'avant par la traverse et les tôles de l'atte-

lage, par les cylindres qui seront intérieurs, par deux entretoises en tôle et cornières placées sous le corps cylindrique, dont une formant support des glissières des pistons et l'autre support de la chaudière, et par une entretoise placée derrière la boîte à feu, enfin par l'attelage et la traverse d'arrière. Ces traverses et entretoises seront soit en fer, soit en acier.

Deux longeronnets supportant la chaudière à l'endroit de la boîte à feu s'étendront intérieurement aux roues entre l'entretoise d'arrière des longerons et celle placée sous le corps cylindrique à l'avant de la boîte à feu, contre lesquelles ils seront fixés ; ces longeronnets seront en tôle d'acier de 280 mm. de hauteur et de 18 mm. d'épaisseur, leur écartement intérieur sera 1,226 m.

Un longeronnet formant plaque de garde de la boîte à graisse intérieure de l'essieu coudé s'étendra à proximité de l'axe longitudinal de la locomotive, entre les deux entretoises des longerons placées sous le corps cylindrique, contre lesquelles il sera fixé ; ce longeronnet sera en tôle d'acier de 18 mm. d'épaisseur, il aura 195 mm. de hauteur dans l'axe de l'essieu, et sa hauteur totale sera de 933 mm.

Toutes les pièces entrant dans la construction du châssis, susceptibles d'être démontées plus ou moins fréquemment, seront assemblées au moyen de boulons ; au contraire, toutes les pièces qui peuvent sans inconvénient être fixées à demeure, telles que les entretoises des longerons, les tôles d'attelage et les supports de soutes, seront fixées par des rivets.

3° Appareils de choc et de traction. — Les dimensions principales des appareils de choc et de traction seront les suivantes :

1° *Attelage d'avant :*

Longueur de la traverse d'avant		2,780 m.
Hauteur de la traverse d'avant	au milieu	0,526 —
	aux deux bouts	0,350 —
Épaisseur de la traverse d'avant		0,010 —
Longueur des tôles d'attelage		1,708 —
Largeur — —		0,425 —
Épaisseur — —		0,012 —
Saillie des tampons sur la traverse		0,600 —

2° *Attelage d'arrière :*

Longueur de la traverse d'arrière		2,780 m.
Hauteur — —		0,520 —
Épaisseur — —		0,010 —
Longueur des deux tôles d'attelage		1,708 —
Largeur — —	supérieure	1,580 —
	inférieure	0,560 —
Épaisseur — —	supérieure	0,010 —
	inférieure	0,012 —
Saillie des tampons sur la traverse		0,550 —

3° *Dimensions communes aux deux attelages :*

Écartement des tampons d'axe en axe		1,750 m.
Hauteur de l'axe des tampons au-dessus du rail		1,015 —
Tendeur d'attelage, longueur maxima à l'intérieur des mailles		0,795 —
— — —	minima — —	0,610 —
— —	diamètre extérieur de la vis	0,048 —
— — —	au fond du filet	0,040 —
Tendeur d'attelage, pas de la vis (filet rond)		0,008 m.
D'axe en axe des chaînes de sûreté		0,640 —
Longueur des chaînes de sûreté au fond du crochet		0,670 —

Détails de construction. — Les appareils de choc et de traction consisteront dans une traverse en tôle fixée aux longerons et aux tôles d'attelage au moyen de cornières. Cette traverse sera munie de 2 tampons de choc à ressort du système Belleville, d'un crochet exerçant la traction sur les tôles d'attelage par l'intermédiaire d'un ressort à lames, d'un tendeur d'attelage identique à celui adopté par la Compagnie pour tout son matériel, voitures et wagons, et de deux chaînes de sûreté (fig. 643).

La traverse d'avant, susceptible d'être démontée pour le montage et le démontage des pistons, sera fixée au moyen de boulons. Les buttées des ressorts de traction seront, pour l'attelage d'avant, des blocs en fonte boulonnés entre les tôles d'attelage, et, pour celui d'arrière, des blocs en fer cémenté et trempé, boulonnés sur les entretoises des tôles d'attelage. Les dimensions principales de ces ressorts seront les suivantes :

Longueur de la première lame entre les points de contact.	0,860 m.
Flèche de fabrication	0,090 —
Largeur des lames	0,075 —
Épaisseur des lames	0,010 —
Nombre des lames	12
Flexibilité par tonne (sans bride)	0,016 —

Ils recevront une bande initiale de 3.500 kg. et leur course, sous l'effort de traction, sera limitée à une amplitude de 30 mm.

Les chaînes de sûreté pivoteront à l'avant sur des chevilles traversant les tôles d'attelage et à l'arrière elles seront engagées dans des pitons fixés sur la traverse.

Des chasse-pierres seront fixés à l'avant et à l'arrière de la locomotive ; leur hauteur au-dessus du rail sera de 80 mm.

4° Essieux, roues, boîtes, suspension. — Les dimensions des essieux, des roues, des boîtes et de la suspension seront les suivantes :

Essieu coudé :

Diamètre au corps	0,195 m.
— au calage des roues	0,215 —
— — de la manivelle extérieure	0,190 —
— de la fusée extérieure	0,190 —
Longueur — —	0,260 —
De milieu en milieu des fusées extérieures	1,885 —
Diamètre de la fusée intérieure	0,195 —
Longueur — —	0,110 —
Rayon de la manivelle intérieure	0,300 —
Diamètre du tourillon de la manivelle intérieure en son milieu.	0,200 —
Longueur — —	0,120 —
Rayon de raccordement du tourillon avec les bras	0,150 — 0,015 —
Rayon de la manivelle extérieure	0,300 —
Diamètre des boutons de la manivelle extérieure	0,100 —
Longueur du bouton des manivelles extérieures dans la partie frottante	0,100 —
De milieu en milieu des boutons des manivelles extérieures.	2,530 —
Longueur totale de l'essieu	2,425 —

Essieux accouplés 1er et 3e avant :

Diamètre au corps	0,180 m.
— du calage des roues	0,210 —
— — des manivelles extérieures	0,180 —

Diamètre des fusées		0,180 m.
Longueur —		0,260 —
De milieu en milieu des fusées		1,885 —
Longueur totale de l'essieu		2,425 —
Diamètre du bouton de manivelle		0,085 —
Longueur de bouton de manivelle dans la partie frottante		0,085 —
De milieu en milieu des boutons des manivelles extérieures		2,530 —

Essieu d'arrière :

Diamètre au corps		0,175 m.
— au calage des roues		0,220 —
— des fusées		0,170 —
Longueur des fusées		0,320 —
De milieu en milieu des fusées		1,915 —
Longueur totale de l'essieu		2,305 —

Roues :

Diamètre à la jante tournée	des roues accouplées.	1,420 m.
	des roues porteuses.	1,220 —
Largeur de la jante		0,130 —
— des bandages		0,140 —
Épaisseur des bandages au roulement	roues accouplées	0,070 —
	roues porteuses	0,080 —
Diamètre au contact du rail	des roues accouplées.	1,560 —
	des roues porteuses.	1,380 —
Hauteur des boudins des roues		0,030 —
Épaisseur — —	d'*AV*, 3e *AV* et d'*AR*	0,035 —
	motrice	0,030 —
Écartement intérieur des bandages des roues		1,355 —
Écartement d'axe en axe des essieux	d'avant et moteur	1,740 —
	moteur et 3e avant	1,675 —
	3e avant et arrière	1,865 —
	extrêmes	5,280 —

Ressorts de suspension :

Nombre		9
Nombre des lames des ressorts	des boîtes extérieures	12
	de la boîte du milieu de l'essieu coudé	10
Dimensions de l'acier	des ressorts extérieurs, à nervure	90 × 12
	du ressort intérieur, plat	75 × 6
Longueur développée entre les points de contact	des ressorts extérieurs	0,896 m.
	du ressort intérieur	0,600 —
Flèche de fabrication	des ressorts extérieurs	0,085 —
	du ressort extérieur	0,044 —

Détails de construction. — L'essieu moteur sera coudé; les trois autres essieux seront droits. Les deux essieux d'avant et 3e avant seront identiques. Ils seront tous les quatre en acier fondu, ils auront leurs fusées placées extérieurement aux roues. Pour faciliter le passage dans les courbes, l'essieu porteur placé à l'arrière aura, dans ses boîtes et de chaque côté, un jeu de 10 mm. Ce jeu sera réglé par des plans inclinés interposés entre la boîte et son coussinet (fig. 660).

Les corps de roues seront en fer forgé avec les contrepoids qui devront équilibrer,

outre la totalité du poids des pièces animées du mouvement de rotation, le quart du poids des pièces à mouvement alternatif.

Les corps de roues seront emmanchés sur les essieux, à la presse hydraulique, sans clavetage pour les roues porteuses, avec clavetage pour les roues motrices et accouplées.

Les manivelles motrices de l'essieu coudé seront disposées de façon que, la *manivelle de gauche étant horizontale et piquée en avant, la manivelle de droite soit verticale et en dessus;* ces manivelles seront munies de frettes en fer. Les manivelles extérieures seront diamétralement opposées aux manivelles de l'essieu coudé placées du même côté de la locomotive.

Les manivelles d'accouplement seront en acier (fig. 544).

Les boîtes des essieux seront en fer cémenté et trempé avec des coussinets en bronze garnis de métal antifriction; elles seront guidées par les longerons au moyen de glissières en fonte, boulonnées sur les plaques de garde et de coins de rattrapage en fer cémenté et trempé (fig. 646). Les boîtes de l'essieu porteur d'arrière seront munies de plans inclinés interposés entre le corps de la boîte et le coussinet. Les plans inclinés devront être rodés l'un sur l'autre avec le plus grand soin après cémentation. Les boîtes seront munies de siphons pour le graissage de la fusée, d'un couvercle pour le réservoir d'huile et d'un dessous de boîte avec tampon-graisseur.

Les boîtes de l'essieu porteur seront en outre munies de siphons pour le graissage des plans inclinés.

La locomotive sera suspendue sur ses boîtes extérieures au moyen de ressorts distincts placés au-dessus des boîtes à l'extérieur des longerons; des balanciers en fer garnis d'articulations cémentées et trempées serviront à conjuguer entre eux, d'une part, les ressorts des deux roues d'avant et motrice, d'autre part les ressorts des deux roues d'arrière et 3e avant.

Une fraction du poids de la locomotive égale à environ 2 000 kg. sera reportée sur l'essieu moteur par l'intermédiaire d'un 9e ressort agissant sur la boîte placée en son milieu; la flèche de ce ressort sous sa charge de 2 000 kg. sera de 18 mm.

5° Cylindres. Mouvement. Distribution. — Les dimensions principales des cylindres, du mouvement et de la distribution seront les suivantes :

Diamètre des cylindres	0,460 m.
Course des pistons	0,600 —
Longueur des cylindres entre les faces tournées	0,830 —
Épaisseur du corps des cylindres	0,028 —
Inclinaison de l'axe des cylindres sur l'horizontale 0,123 m. par mètre ou	7°1′
Écartement des cylindres d'axe en axe	0,930 m.
De l'axe de l'essieu moteur à la face tournée d'arrière	2,550 —
Diamètre des tiges de pistons	0,070 —
Hauteur des pistons	0,110 —
Diamètre des fausses tiges guides d'avant	0,045 —
Écartement d'axe en axe des tiges de tiroirs	0,194 —
Écartement d'axe en axe des coulisses	0,240 —
Inclinaison des tiges de tiroirs sur l'horizontale 0,123 m. par mètre, ou	7°1′
Diamètre des tiges de tiroirs	0,045 m.
Longueur des bielles motrices d'axe en axe	1,740 —
Rayon d'excentricité des poulies d'excentriques	0,065 —
Course maxima des tiroirs	0,125 —
Longueur des barres d'excentriques	1,230 —
Rayon de la coulisse	1,230 —

Longueur de la corde intérieure de la coulisse		0,444 m.
Angle d'avance des excentriques . . .	de marche avant .	30°
	— arrière.	30°
Diamètre du tuyau d'amenée de vapeur (intérieurement). .		0,105 —
Épaisseur — —		0,004 —
Dimensions intérieures du tuyau d'échappement ovale	0,815 sur	0,086 —
Longueur des lumières d'introduction		0,330 —
Largeur — —		0,042 —
Largeur de la lumière d'échappement..		0,090 —
Longueur des tiroirs		0,407 —
Largeur —		0,284 —
Recouvrement extérieur		0,030 —
— intérieur.		0,00125 m.

Le réglage de la distribution sera fait de façon que les avances linéaires soient égales, pour le cran d'admission de 20 p. 100, de la marche en avant.

Détails de construction. — Les cylindres (fig. 452) seront placés intérieurement aux longerons du châssis contre lesquels ils seront fixés par des boulons chassés à la masse dans les longerons.

Ils seront assemblés dans l'axe de la locomotive au moyen de boulons ; les faces d'assemblage, qui seront soigneusement dressées, porteront de légères rainures triangulaires, et le joint sera fait par l'interposition d'une feuille de cuivre de 0,004 m. d'épaisseur. A leur partie supérieure ils seront munis de rebords en forme de cornière sur lesquels se boulonnera la boîte à fumée. A leur partie inférieure deux entretoises en fer forgé soigneusement ajustées entre les pattes d'attache et boulonnées par les boulons de fixation des cylindres concourront à l'entretoisement des longerons entre eux.

La table des lumières sera placée verticalement ; les plateaux d'avant et d'arrière seront bombés vers l'intérieur, de façon à épouser la forme du creux des pistons ; le plateau d'avant sera extérieur et le plateau d'arrière intérieur au cylindre. Ils seront fixés, le premier par des goujons, le second par des boulons. Le couvercle de la boîte à vapeur sera en fonte et placé à l'avant.

Le montage des plateaux sera fait en laissant à l'avant un jeu de 0,015 m. entre la face intérieure du plateau et du piston, à fond de course, et à l'arrière un jeu de 0,010 m.

Les tiroirs de distribution de vapeur seront en bronze garni de métal antifriction.

Les cages des tiroirs seront forgées avec leurs tiges et guides ; elles seront en acier.

Les pistons seront en fer, du type suédois à âme centrale, avec deux segments en fonte ; la tige de piston sera en acier ; elle sera renflée dans la partie servant à son clavetage dans la tête de piston (fig. 469).

Les pistons seront guidés au moyen d'une fausse tige à travers le plateau d'avant ; un fourreau en laiton fixé sur la traverse d'avant servira à garantir le personnel contre les chocs que pourraient occasionner ces fausses tiges en mouvement.

Les cylindres et les tiroirs seront munis de graisseurs à distance qui seront placés à l'arrière de la locomotive, à la portée du mécanicien, et la matière lubrifiante sera conduite à la boîte à vapeur dans des tuyaux en cuivre ayant comme diamètre intérieur 10 mm., extérieur 13 mm.

Les cylindres porteront des bossages pour le raccordement des tuyaux d'échappement de vapeur de la pompe de compression d'air du frein.

Chaque tête de piston sera guidée par une glissière en acier placée à la partie supérieure et fixée à l'avant sur la face d'arrière du cylindre, à l'arrière sur l'entretoise d'avant des longerons.

La tête de piston sera en acier moulé ; elle sera assemblée au moyen de 10 boulons avec un coulisseau placé à sa partie supérieure et embrassant la glissière. Ce coulisseau et son chapeau seront en fonte garnie de métal antifriction. Le coulisseau et son chapeau porteront les graisseurs de la glissière et celui de la petite tête de bielle.

Les bielles motrices et d'accouplement seront en fer cémenté et trempé pour les têtes, clavettes, etc.

La grosse tête de bielle motrice sera à chape ouverte avec frette embrassant les deux branches de la chape et avec clavette de serrage des coussinets. Les coussinets seront en acier moulé garni de métal antifriction et de barrettes en bronze. La petite tête de bielle sera à œil munie d'une bague en bronze (fig. 516).

Les têtes des bielles d'accouplement seront à chape fermée garnie de coussinets en bronze garni du métal antifriction. La réunion de ces bielles entre elles sera faite au moyen d'un axe d'articulation permettant leur déplacement relatif dans un plan vertical seulement.

Tout le mouvement de distribution (fig. 563, 580, 603) sera en fer cémenté et trempé ; il sera intérieur à la locomotive ; les coulisses seront du système Stephenson, à deux flasques ; elles seront suspendues aux leviers de l'arbre de relevage. Cet arbre porté par des paliers à la partie inférieure de l'entretoise d'avant des longerons sera droit. Il sera commandé par un arbre intermédiaire fixé à la partie supérieure de la même entretoise et aux longerons, au moyen d'une barre de relevage et d'un appareil de changement de marche à vis.

Cet appareil consistera dans un support en fonte fixé sur la chaudière, dans une vis à trois filets carrés commandée par un volant muni du cliquet d'arrêt nécessaire pour le fixer dans ses différentes positions (fig. 595).

Le diamètre extérieur de la vis sera de	0,050 m.
— — au fond du filet, de	0,038 —
Le pas de	0,036 —

Le pas sera *à gauche*, de façon qu'il faille tourner de gauche à droite en passant par en haut, pour mettre la marche à l'avant.

Les poulies d'excentriques commandant les coulisses seront calées sur l'essieu moteur, à l'intérieur des roues ; elles seront en fonte et en deux pièces. Les colliers seront en fer garni de métal antifriction.

Des bielles de suspension auxiliaires seront fixées sous la chaudière, pour supporter les bielles de tiroirs en cas d'avaries.

Toutes les garnitures de tiges de pistons et de tiroirs seront métalliques du système dit « Kubler ».

6° Caisses à eau et combustible. Tabliers (fig. 959-960). — Les dimensions des caisses à eau et à combustible seront les suivantes :

1° *Caisses à eau :*

Nombre de caisses	2	
Longueur extérieure de la caisse de droite	6,730	m.
— — — de gauche.	3,2175	—
Largeur extérieure	0,580	—
Hauteur extérieure	1,1095	—
Epaisseur des tôles . . . . du fond inférieur	0,006	—
Epaisseur des tôles . . . . des autres parois	0,0035	—
Capacité des caisses à eau. de droite.	3,520	m³
Capacité des caisses à eau. de gauche	1,700	—
Capacité totale	5,220	—

2° *Soute à combustible :*

		LATÉRALE	D'ARRIÈRE
Nombre de soutes		1	1
Longueur extérieure	Mètres.	3,5125	2,680
Largeur extérieure	—	0,610	0,603 / 0,425
Hauteur extérieure	—	1,211	1,211
Dimensions de la porte. Hauteur	—	0,800	0,370
Dimensions de la porte. Largeur	—	0,460	0,500

Contenance en poids . . . . . 3,000 kg.
Épaisseur de la tôle de fond inférieur . . . . . 0,006 m.
— — des parois . . . . . 0,006 —

3° *Tabliers :*

Largeur totale extérieure des tabliers . . . . . 2,800 m.
Épaisseur de la tôle du tablier d'avant . . . . . 0,010 —
— — des tabliers de côté . . . . . 0,006 —
— — de la plate-forme d'arrière . . . . . 0,006 —

Les soutes à eau placées de chaque côté de la chaudière, au-dessus des tabliers, ne seront pas symétriques ; le côté droit sera occupé tout entier par la soute à eau rétrécie à l'arrière de la quantité nécessaire, pour permettre de loger le support du changement de marche à vis. La soute de gauche occupera l'espace laissé libre à l'avant par la soute à combustible latérale placée du même côté. La tôle d'enveloppe en 2 pièces de la partie supérieure de la chaudière comprise entre les deux soutes à combustible et à eau, qu'elle sert à réunir, sur une longueur de 2,9945 m., mesurée à partir de la face avant de l'abri du mécanicien, sera en tôle de 4 mm. d'épaisseur, pour résister sans déformation au poids du combustible et permettre aux agents chargés d'en effectuer le chargement de passer au besoin par-dessus la chaudière. Pour faciliter le malaxage de la houille, la soute à combustible latérale aura, à l'endroit du pellage, un double fond établi avec une légère pente de l'arrière vers l'avant ; ce plan incliné se prolongera de 0,300 m. en dehors du fond arrière de la soute.

La soute à combustible latérale devra être construite de façon à présenter une parfaite étanchéité de ses joints inférieurs, pour le malaxage de la houille avec l'eau.

Le fond des soutes fera saillie de 0,060 m., de façon à former tablier pour permettre au besoin la circulation sur toute la longueur de la locomotive.

Les soutes à eau et à combustible latérales seront supportées par des consoles fixées aux longerons au moyen de cornières et de rivets ; les tôles de fond seront doublées aux points correspondants par des tôles de 10 mm. d'épaisseur qui augmenteront la surface d'appui. Elles seront attachées à la boîte à fumée au moyen de tôles et de cornières et boulonnées sur les consoles par l'intermédiaire de cornières rivées sur leur fond.

Elles devront être parfaitement étanches dans toutes leurs parties.

Les soutes à eau seront munies à l'avant et à l'arrière de boîtes de remplissage garnies de filtres en treillage de fils de cuivre ; les couvercles de ces boîtes devront former une fermeture étanche ; chaque soute recevra en outre un reniflard à flotteur en liège avec clapet en caoutchouc.

Ces dispositions ont pour but d'éviter le déversement de l'eau dans les courbes ou à la suite d'arrêts brusques sans s'opposer au remplissage des soutes et au fonctionnement des injecteurs. Un tuyau en cuivre de 135 mm. de diamètre intérieur les mettra en com-

munication ; elles porteront chacune un robinet de jauge vers l'avant et un bouchon de vidange, celle de droite portera trois autres robinets de jauge placés sur le fond arrière.

Trois robinets de prise d'eau serviront pour le malaxage de la houille, pour l'arrosage de la plate-forme et pour l'extinction des escarbilles dans le cendrier.

Le fond inférieur des caisses à eau et à combustible sera disposé pour former couvre-roues.

Au point correspondant au milieu de l'intervalle des deux paires de roues d'avant les deux soutes à eau présenteront un évidement destiné à loger les sablières.

7° Frein à air comprimé (fig. 909-910). — Ces locomotives seront munies d'un frein composé de six sabots en fonte agissant sur les roues motrices 3e avant et arrière, au moyen d'arbres et de leviers disposés de façon à partager l'effort total entre les 6 sabots proportionnellement au travail résistant à produire par chacun d'eux, en raison du poids sur rails de la roue sur laquelle ils agissent. La commande de ce frein se fera par l'air comprimé au moyen des appareils du frein continu automatique, système Westinghouse.

Elles recevront en conséquence :

1° Les appareils de ce système pour la compression de l'air pour la commande de leur propre frein et pour la commande des freins du train, appareils spéciaux énumérés ci-après :

1 petit cheval avec pompe à air ;
1 robinet à soupapes du mécanicien ;
1 robinet de prise de vapeur ;
1 manomètre ;
1 graisseur du cylindre à vapeur ;
1 raccord de purge ;
1 triple valve de 2 pouces 1/2 avec 2 bouts de tuyaux en fer filetés ;
1 support de triple valve (raccord du réservoir) ;
1 réservoir (petit) de 0,305 m. × 0,660 m. ;
1 robinet de 0,008 m. pour relâcher le frein ;
1 — — — pour annuler le frein ;
1 poche de vidange ;
1 cylindre de 0,330 m. pour actionner le frein ;
2 boyaux en caoutchouc de 610 mm. de longueur pour réunir la locomotive au train et 2 faux accouplements ;
1 robinet de 1 pouce (0,0254 m.) pour conduite principale à l'avant et à l'arrière ;
2 raccords en fonte des boyaux d'accouplement ;
1 ressort de rappel ;
4 raccords des réservoirs principaux.

2° Toutes les autres pièces composant le frein proprement dit, les pièces d'attache des organes spéciaux, le réservoir principal d'air comprimé et toute la tuyauterie.

Les réservoirs principaux à air comprimé, au nombre de deux, auront les dimensions suivantes :

Longueur extérieure	1,419 m.
Diamètre extérieur	0,390 —
Épaisseur des tôles de la partie cylindrique	0,007 —
Épaisseur des fonds	0,009 —
Diamètre des rivets	0,015 —

La pression dans les réservoirs principaux sera limitée par une soupape régulatrice permettant l'écoulement de l'air comprimé dès que la pression atteint 6,500 kg. Après vérification, sur la locomotive même, *cette soupape devra être plombée.*

Le robinet à soupapes, dit « Robinet du mécanicien », sera réglé de façon à maintenir entre le réservoir principal et la conduite générale une différence de pression de 2 kg. lorsque la poignée de ce robinet occupe la deuxième position.

Une flèche peinte en rouge sur le cadran du manomètre du frein indiquera la pression de 4 kg. 1/2 qui ne doit pas être dépassée dans la conduite générale du frein quand la poignée du robinet à soupapes, dit du mécanicien, occupe la deuxième position.

Les boyaux d'accouplement d'avant et d'arrière seront recouverts d'un manchon en tissu goudronné, serré dans les brides servant au montage des boyaux sur leurs accouplements.

Ces boyaux seront en outre munis d'une petite rondelle en cuivre rouge sur laquelle sera frappée la date de livraison de la locomotive à laquelle ils appartiennent.

Le jeu entre les sabots et les bandages, dans la position de desserrage complet, ne devra pas être supérieur à 10 mm., pour éviter les chocs brusques au moment du serrage.

Toutes les articulations du frein devront être très libres, et à cet effet tous les tourillons auront un jeu de 0,001 m. dans leurs trous, et quand, étant en place, les écrous de retenue seront serrés à bloc, ces tourillons devront avoir 1 mm. de jeu latéral; de même les parties mâles des articulations devront avoir un jeu latéral de 1 mm. dans les parties femelles.

Le frein pourra également être commandé à main, au moyen d'un arbre à manivelle et d'un cric double agissant sur les sabots par l'intermédiaire d'une crémaillère.

8° Appareils pour le chauffage des trains. — Les appareils pour le chauffage des trains par la vapeur et l'air comprimé combinés dont seront munies ces locomotives comprendront :

1° Un robinet à vis de prise de vapeur, placé à la base du dôme, qui peut être commandé au moyen d'un volant depuis la plate-forme du mécanicien ;

2° Une pompe de compression d'air identique à celle du frein, alimentée de vapeur au moyen d'un robinet à vis également manœuvrable depuis la plate-forme ;

3° Une conduite générale placée du côté gauche au-dessous du tablier de la machine, dont elle a toute la longueur, et terminée à chacune de ses extrémités par un robinet d'arrêt et un boyau d'accouplement pour permettre le fonctionnement du chauffage, quel que soit le sens de la marche de la machine.

Cette conduite reçoit, en un point intermédiaire de sa longueur, la vapeur prise directement à la chaudière et celle provenant de l'échappement de la pompe de compression, ainsi que l'air comprimé fourni par la pompe. Elle est munie, à proximité de ce point, de deux robinets d'interruption ayant pour but de la partager en deux parties, de façon à ne mettre en pression que celle de ces deux parties qui est placée du côté du train à chauffer, et à isoler le robinet d'arrêt et l'accouplement placés à l'opposé du train et qui ne sont pas utilisés ;

4° Un manomètre, système Bourdon, branché sur la conduite générale, placé à proximité du mécanicien pour lui indiquer la pression dans cette conduite ; la division de ce manomètre va jusqu'à 10 kg., et il porte un trait rouge bien apparent, correspondant à la pression de 3 kg. ;

5° Une soupape de sûreté, à action directe, placée à l'origine de la conduite de vapeur et réglée à la pression de 3,5 kg.

9° Accessoires divers. Sablières. — Les sablières seront à injection de vapeur du système Gresham et Craven ; elles seront doubles, pour la marche dans les deux sens ; les boîtes contenant le sable seront, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, logées dans l'intérieur des soutes à eau.

Abri, rampes et coffres a outils. — Un abri supporté par les tôles de rampes, fermé à l'avant et à l'arrière, servira à garantir la plate-forme du mécanicien.

Les rampes auront une hauteur de 1,205 m. et seront à fleur avec les parois extérieures des soutes. La tôle de fermeture d'avant de l'abri sera établie de façon à entretoiser la soute à eau de droite et la soute à combustible ; elle portera deux fenêtres pivotant dans leur milieu sur des axes verticaux et munies d'écrans. Les parois latérales de l'abri seront garnies de deux fenêtres fixes, de même que la paroi d'arrière qui présentera en outre, en son milieu, une ouverture destinée à faciliter l'emploi des outils à feu et fermée ordinairement par un rideau en tôle ondulée.

Deux coffres pour le petit outillage, le graissage et les effets du mécanicien et du chauffeur seront adossés sur la paroi intérieure de la soute à charbon d'arrière.

Deux autres coffres affectés au même usage seront placés sous le tablier, adossés à la traverse d'arrière et à la face extérieure des longerons.

Les tôles de l'abri et des rampes auront une épaisseur de 3 mm. Le toit de l'abri sera en bois de 20 mm. d'épaisseur établi sur des courbes en fer à ⊏ et sur des solives fixées contre les parois latérales de l'abri et recouvert d'une feuille de cuivre rouge d'un demi-millimètre d'épaisseur.

Divers. — Des marchepieds donneront accès sur les tabliers à l'arrière et à l'avant de la locomotive. Des mains-courantes seront placées à l'avant de la boîte à fumée et le long des soutes qui seront aussi munies de deux palettes de marchepieds à l'avant.

La plate-forme du mécanicien sera munie de deux marchettes en tôle destinées à faciliter la surveillance sur la ligne, à l'avant de la locomotive.

Un porte-disque et un porte-signal seront fixés sur la face d'avant de la boîte à fumée.

Deux porte-disques seront placés à droite et à gauche sur le tablier à l'avant de la machine.

Trois porte-disques dont un à droite, un à gauche, un au milieu et deux porte-signaux seront également fixés sur la tôle d'arrière de l'abri.

Deux cloches d'alarme seront placées, l'une à l'avant du côté droit, l'autre à l'arrière du côté gauche de la locomotive.

Tous les graisseurs seront à couvercles du système Jaegge et Pérard.

Des plaques portant le numéro de la locomotive seront placées de chaque côté de la boîte à fumée ; des plaques portant : *Chemins de fer de l'Est*, le nom des constructeurs, le numéro d'ordre et l'année de la construction, seront fixées sur les tôles de l'abri.

Chaque locomotive aura sa grille garnie d'un jeu de barreaux ; elle sera munie des clefs de service nécessaires.

II. — NATURE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX EMPLOYÉS DANS LA CONSTRUCTION

Tous les matériaux entrant dans la construction de ces locomotives seront conformes, en ce qui concerne leur nature et leur qualité, aux indications du tableau ci-après et devront satisfaire à toutes les prescriptions des Cahiers des charges désignés audit tableau.

NATURE ET QUALITÉ DES MATIÈRES

DÉSIGNATION DES PIÈCES	DÉSIGNATION des matières à employer pour la fabrication de chaque pièce.	DÉSIGNATION des cahiers des charges auxquels les matières employées devront satisfaire.	
		Indice.	Date du tirage.
1° *Chaudière.*			
Plaque arrière de la boîte à feu — avant — — tubulaire de boîte à fumée Armature supérieure de la plaque tubulaire de boîte à fumée Armature inférieure de la plaque tubulaire de boîte à fumée Armature supérieure de la plaque arrière de boîte à feu Armature inférieure de la plaque arrière de boîte à feu Calotte du dôme Embase du dôme Flancs de la boîte à feu Partie supérieure de la boîte à feu Corps cylindrique du dôme 1re virole de chaudière (petite) 2e — (grande) 3e — (petite) 4e — (grande, boîte à fumée) Collerette en dessous de l'embase du dôme Plateau de fermeture du dôme Contre-plaque de l'autoclave du dessous du corps cylindrique Plaques de friction du support de chaudière Contre-plaque des goujons du bâti de changement de marche Contre-plaques supérieures des supports arrière de boîte à feu Contre-plaques supérieures des supports avant de boîte à feu Contre-plaques inférieures des supports avant de boîte à feu Contre-plaques des goujons des boîtes à clapets de retenue Contre-plaques à l'intérieur du dôme, recevant le tube pour le passage de la tringle du régulateur	Tôle d'acier TB.	16 MP.	Octobre 1893.
	Tôle d'acier TA.	16 MP.	Octobre 1893.
Double fond de boîte à fumée Tôle d'avant de boîte à fumée	Tôle de fer n° 2.	11 MP.	Novembre 1893.
Cheminée Porte circulaire de boîte à fumée	Tôle d'acier TD.	12 MP.	Février 1894.
Tirants verticaux réunissant le ciel du foyer à son enveloppe Cadre du bas du foyer — de la porte du foyer	Fer.	1 MP.	Février 1893.
Plaque tubulaire du foyer — d'arrière du foyer — d'enveloppe du foyer (en 3 pièces) Entretoises reliant les faces parallèles du foyer et de son enveloppe	Cuivre rouge.	91 MP.	Septembre 1891.
Tubes à fumée	Acier doux.	97 MP.	Avril 1891.
Siège de la cuvette du régulateur — des robinets de prise de vapeur des injecteurs	Laiton.	412 MT.	Mars 1894.

DÉSIGNATION DES PIÈCES	DÉSIGNATION des matières à employer pour la fabrication de chaque pièce.	DÉSIGNATION des cahiers des charges auxquels les matières employées devront satisfaire.	
		Indice.	Date du tirage.
Cuvette du régulateur	Fonte.	412 MT.	Mars 1894.
— des robinets de prise de vapeur des injecteurs			
Supports des tringles de régulateur, de mains-courantes, etc.			
Ferrures de la porte du foyer	Acier moulé.	201 D.	Janvier 1894.
— de boîte à fumée			
Tige du sifflet	Acier.	412 MT.	Mars 1894.
Clavettes de la tige du régulateur			
Robinetterie en général	Bronze.	412 MT.	Mars 1894.
Plaque portant le numéro de la locomotive	Laiton.	412 MT.	Mars 1894.
Voûte en briques du foyer	Briques réfractaires.	236 D.	Août 1893.
Rivets du foyer et de la chaudière	Fer de Suède, indice R.	1 MP.	Février 1893.
2° Châssis et tabliers.			
Longerons	Tôle d'acier.	18 MP.	Mai 1893.
Longeronnets supportant la boîte à feu	Tôle d'acier TC.	12 MP.	Février 1894.
— de la boîte intérieure de l'essieu moteur			
Support de la chaudière			
Entretoise des longerons entre les roues d'avant et motrices			
Entretoise des longeronnets fixée sur le support de la chaudière d'arrière			
Traverse d'avant			
Tôles supérieure et inférieure de l'attelage d'avant			
Entretoise des longerons à l'arrière de la boîte à feu et recevant les attaches des longeronnets	Tôle d'acier TC ou tôle de fer n° 2.	12 MP.	Février 1894.
Traverse d'arrière		11 MP.	Novembre 1893.
Tôles supérieure et inférieure de l'attelage d'arrière			
Goussets extrêmes et intermédiaires			
Tôles pour tabliers			
— pour rehausses de la plate-forme			
— pour supports de caisse à eau			
— formant épaisseur entre les supports et les caisses à eau			
Coffres à outils sous le tablier d'arrière			
Tôle formant couvre-roues d'arrière, côté droit			
Tablette à l'intérieur des coffres à outils d'arrière	Tôle d'acier TD.	12 MP.	Février 1894.
Réservoirs principaux à air comprimé			
Glissières de plaque de garde	Fonte.	412 MT.	Mars 1894.
Boisseaux de tampons de choc			
Tuyaux d'échappement			
Rivets	Fer de Suède indice R.	1 MP.	Février 1893.
3° Cylindres, mouvement, distribution.			
Cylindres de distribution	Fonte.	412 MT.	Mars 1894.
Segments des pistons			
Support de changement de marche à vis			
Chapeau des garnitures			
Coulisseaux des têtes de piston			

DÉSIGNATION DES PIÈCES	DÉSIGNATION des matières à employer pour la fabrication de chaque pièce.	DÉSIGNATION des cahiers des charges auxquels les matières employées devront satisfaire.	
		Indice.	Date du tirage.
Pistons Bielles motrices — d'accouplement Colliers d'excentriques	Fer	1 MP.	Février 1893.
Tiges et fausses tiges de piston Clavettes des tiges de piston — de tiroir Vis de changement de marche Règle de changement de marche Glissières des têtes de piston	Acier.	412 MT.	Mars 1894.
Tiroirs de distribution Coussinets des petites têtes de bielles motrices Coussinets des bielles d'accouplement Bagues des chapeaux des garnitures — de fond des garnitures	Bronze.	412 MT.	Mars 1894.
Coussinets des grosses têtes de bielles motrices	Acier moulé.	201 D.	Janvier 1894.
Joint d'accouplement des cylindres de distribution	Cuivre rouge.	91 MP.	Septemb. 1891.
4° Roues, essieux, boîtes à graisse et suspension.			
Corps de roues	Fer.	41 MP.	Avril 1891.
— de boîtes des essieux	Fer.	1 MP.	Février 1893.
Essieu coudé	Acier.	35 MP.	Mars 1893.
Essieux droits		34 MP.	Juin 1893.
Manivelles d'accouplement Clavettes des essieux	Acier.	412 MT.	Mars 1894.
Coussinets de boîtes des essieux	Bronze.	412 MT.	Mars 1894.
Dessous de boîtes des essieux	Fonte.	412 MT.	Mars 1894.
Bandages des roues	Acier fondu.	23 MP.	Octobre 1893.
Balanciers de suspension Tiges de suspension Supports divers	Fer.	1 MP.	Février 1893.
Axes et grains des balanciers de suspension	Acier fondu pouvant tremper très dur.	412 MT.	Mars 1894.
Ressorts de suspension	Acier extra-supérieur.	5 MP.	Janvier 1894.
— de traction		51 MP.	Mai 1891.
Supports de l'arbre de relevage — de l'arbre d'avant du frein — des balanciers porte-sabots d'arrière du frein	Acier moulé.	201 D.	Janvier 1894.
5° Abri, rampe, soute à combustible d'arrière.			
Tôle formant rampe à l'arrière des soutes à eau et à combustible Tôle formant le fond avant de l'abri — formant la partie supérieure arrière des côtés de l'abri Fond arrière de l'abri formant soute à combustible d'arrière Paroi d'arrière des coffres à outils d'arrière — intérieure des coffres à outils d'arrière	Tôle de fer n° 2.	11 MP.	Novembre 1893.
Tôle formant les côtés avant de l'abri — formant les côtés de la rampe d'arrière et de la soute à combustible	Tôle d'acier TD.	12 MP.	Février 1894.

DÉSIGNATION DES PIÈCES	DÉSIGNATION des matières à employer pour la fabrication de chaque pièce	DÉSIGNATION des cahiers des charges auxquels les matières employées devront satisfaire.	
		Indice.	Date du tirage.
Paroi avant de la soute à combustible d'arrière	Tôle d'acier TD.	12 MP.	Février 1894.
Écran des fenêtres avant de l'abri	Cuivre rouge.	91 MP.	Septemb. 1891.
Tôle de couverture de l'abri	Laiton.	112 MT.	Mars 1894.
Cadre des fenêtres de l'abri			
6° *Soute à combustible (côté gauche).*			
Paroi extérieure de la soute à combustible. Plan incliné à l'arrière de la soute. Tôle de fond formant couvre-roue 3e avant	Tôle de fer n° 2.	11 MP.	Novembre 1893.
Paroi intérieure, fonds d'avant et d'arrière de la soute à combustible. Couverture de la chaudière à l'endroit de la soute à combustible	Tôle d'acier TD. (galvanisée).	12 MP.	Février 1894.
7° *Soute à eau et sablière.*			
Fonds avant et arrière. Côté intérieur des couvre-roues 1er et 2e avant. Paroi intérieure des soutes dans la partie ménagée pour la sablière	Tôle de fer n° 2.	11 MP.	Novembre 1893.
Viroles. Côté intérieur de la 3e virole (arrière) côté droit)	Tôle d'acier TD.	12 MP.	Février 1894.
Fonds des soutes formant couvre-roues, 1er et 2e avant, côtés droit et gauche, et couvre-roues 3e avant, côté droit. Côté du couvre-roue 3e avant, côté droit.			
Fond de sablière. Corps de sablière.	Tôle d'acier TP.	12 MP.	Février 1894.
8° *Tôles d'enveloppe.*			
Parties embouties de l'enveloppe de la chaudière et du dôme	Tôle d'acier TD.	12 MP.	Février 1894.
Tôles d'enveloppe de la chaudière (parties embouties exceptées). Tôles d'enveloppe des cylindres	Tôle d'acier TP.	12 MP.	Février 1894.
Cercles maintenant les enveloppes de chaudière. Cercles maintenant les enveloppes des cylindres	Laiton.	112 MT.	Mars 1894.
9° *Frein.*			
Sabots du frein	Fonte.	112 MT.	Mars 1894.
Balancier transversal de manœuvre des sabots d'avant.	Acier corroyé pouvant prendre la trempe.	112 MT.	Mars 1894.
Joints des fonds du cylindre à vapeur et du cylindre à air de la pompe à air comprimé	Cuivre rouge.	91 MP.	Septemb. 1891.
10° *Tuyauterie.*			
Tuyaux d'eau et de vapeur. — pour air comprimé (tuyaux placés au delà de la boîte de purge exceptés)	Cuivre rouge.	91 MP.	Septemb. 1891.

DÉSIGNATION DES PIÈCES	DÉSIGNATION des matières à employer pour la fabrication de chaque pièce.	DÉSIGNATION des cahiers des charges auxquels les matières employées devront satisfaire.	
		Indice.	Date du tirage.
Conduite générale du frein.	Fer.	98 MP.	Juin 1893.
— du chauffage des trains.			
Tuyaux du frein placés au delà de la boîte de purge.			
11° *Barres profilées en fer*.	»	2 MP.	Février 1894.
12° *Pièces de forge et de tôlerie pour locomotives et tenders*	»	8 MP.	Août 1893.
13° *Pièces en fonte malléable*. . . .	»	202 D.	Janvier 1894.
14° *Barres cylindriques en acier fondu*. .	»	81 MP.	Mai 1893.
15° *Vis à métaux*.	»	221 D.	Mars 1892.
16° *Fabrication des ferrures*	»	Note technique n° 23.	Août 1893.

Toutes les pièces non comprises dans l'énumération qui précède seront de la nature de matériaux et de la qualité indiquées aux plans et satisferont aux conditions des Cahiers des charges spéciaux dans lesquels elles rentrent.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

EXTRAITS DU CAHIER DES CHARGES

POUR LA

FOURNITURE DES MACHINES LOCOMOTIVES[1]

Compound à 4 cylindres et à 4 essieux accouplés, nos 3211-3300.

Objet du Cahier des charges. ARTICLE PREMIER. — Le présent Cahier des charges a pour objet la fourniture des locomotives compound à quatre cylindres et à quatre essieux couplés, de la série 3211 à 3300 de la Compagnie *P.-L.-M.*

Définition de l'entreprise. ART. 2. — Moyennant les prix indiqués sur la soumission, le constructeur est chargé, à ses frais, risques et périls :

De la construction et du montage des locomotives, comprenant tous les organes désignés à l'article 3 ci-après et, de plus, tous les accessoires non désignés, nécessaires pour l'assemblage et le montage des pièces;

De la peinture des locomotives, conformément aux prescriptions de l'article 8 ci-après;

De l'expédition, du transport et de la livraison, franco de tous droits de douane ou autres, des locomotives complètes au lieu de livraison défini à l'article 13;

De la construction de tous les appareils et gabarits nécessaires pour la réception et les épreuves et des dépenses de toute nature relatives à ces opérations.

Description générale. ART. 3. — Chaque locomotive se compose d'un châssis monté sur roues, d'un mécanisme moteur fixé au châssis, d'une chaudière timbrée à 15 kg., de divers appareils accessoires et, s'il y a lieu, des appareils du frein continu à air comprimé et de l'intercommunication pneumatique.

La locomotive est du système compound à 4 cylindres et à 4 essieux couplés dont 3 essieux droits et 1 essieu coudé. Les cylindres d'admission sont à l'intérieur des longerons, ainsi que leur mouvement de distribution, et actionnent le troisième essieu; les cylindres de détente sont à l'extérieur des longerons, ainsi que leur mouvement de distribution, et actionnent le deuxième essieu. Le châssis est à l'intérieur des roues.

Châssis. — Le châssis est construit en acier et en fer; il comprend :

Deux longerons en acier de 25 mm. d'épaisseur, formant plaques de garde;

Une traverse d'avant en fer à I de 350 mm. de hauteur;

Une traverse d'arrière en tôle et cornières.

Les dimensions principales du châssis sont les suivantes :

Écartement des faces externes des traverses d'avant et d'arrière. .	9,350 m.
Écartement des faces externes des longerons	1,280 m.

Le châssis comprend en outre :

Trois traverses intermédiaires en tôle et cornières formant entretoises des longerons; la chaudière repose sur deux de ces traverses;

Une caisse en tôle et cornières formant entretoise des cylindres.

Le châssis est muni, à chaque extrémité, d'un système d'attelage dont les appareils de choc et de traction sont indépendants.

[1] Ces machines sont représentées dans leur ensemble figure 54.

Attelage d'avant. — L'appareil de traction d'avant est composé d'un crochet de traction et d'un tendeur à vis à deux manilles.

La tige du crochet agit sur la traverse d'avant par l'intermédiaire d'une pile de 14 rondelles Belleville, comprise entre deux plateaux. Un écrou de serrage permet de donner aux rondelles la bande initiale voulue.

L'appareil de choc d'avant se compose de deux tampons fixés à la traverse d'avant.

Chaque tampon est muni d'une tige de choc qui traverse une boîte en fer fixée sur la traverse d'avant, et qui prend son point d'appui sur cette boîte par l'intermédiaire d'une pile de 20 rondelles Belleville. Un écrou qui termine la tige permet de donner à ces rondelles la bande initiale voulue. La distance d'axe en axe des deux tampons est 1,710 m.

Attelage d'arrière. — L'appareil de traction d'arrière est composé de :

Deux fortes tôles horizontales réunies entre elles et aux longerons par des équerres doubles et renforcées par des rondelles d'attelage rivées;

Une cheville d'attelage du tendeur;

Deux pitons à chape fixés sur la traverse et destinés à l'attelage des mailles de sûreté;

Deux chevilles d'attelage des mailles de sûreté;

L'appareil de choc d'arrière comprend deux tampons.

Chaque tampon est composé d'une plaque en acier rivée sur une rondelle en fer, boulonnée elle-même sur la traverse d'arrière; la distance d'axe en axe des deux tampons est de 1 m.

Tablier. — Un tablier en tôle règne sur tout le pourtour du châssis; il est fixé aux longerons au moyen de supports.

Abri. — Le châssis porte à l'arrière une plate-forme avec marchepieds et abri. L'abri comprend : une guérite en tôle fermée à l'avant par une tôle portant deux glaces pivotantes. Il est fixé au tablier par des boulons.

Chasse-pierres. — A l'avant, deux chasse-pierres en fer sont fixés aux longerons et entretoisés entre eux.

Roues. — Les quatre essieux couplés sont à fusées intérieures; le diamètre des roues au roulement est de 1,510 m.

Essieux. — Les essieux sont en acier; leurs diamètres sont les suivants :

	1er ESSIEU (avant.)	2e ESSIEU	3e ESSIEU	4e ESSIEU (arrière.)
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Milieu du corps.	0,185	0,200	0,205	0,185
Fusées	0,195	0,210	0,210	0,195
Portées de calage.	0,205	0,230	0,230	0,215

Centres. — Les centres sont en fer.

Bandages. — Les bandages sont en acier; ils ont 75 mm. d'épaisseur au roulement et 140 mm. de largeur de jante. Ils sont munis de talons et fixés aux centres des roues par des vis.

L'écartement intérieur des bandages de l'essieu monté est de 1,360 m.

Boîtes à huile. — Les premier et quatrième essieux reçoivent des boîtes à un seul coussinet. Les deuxième et troisième essieux reçoivent des boîtes système Raymond et Henrard à trois coussinets dont un à la partie supérieure et un de chaque côté de la fusée; l'un des coussinets latéraux est appliqué contre la fusée par un coin de serrage.

Les corps des boîtes à huile sont en fer, cémentés et trempés; ils coulissent entre des guides en fonte rivés aux longerons.

Coins de serrage. — Toutes les boîtes sont munies de coins de serrage dans leurs guides.

Les dessous des boîtes à huile sont en fonte; ils sont garnis de tampons graisseurs à ressorts.

Coussinets. — Les coussinets sont en bronze; ils ont pour longueur extérieure la longueur des fusées des essieux diminuée de 2 mm.; les boîtes à huile des deuxième et troisième essieux n'ont aucun autre jeu permettant un déplacement latéral de ces essieux; au contraire, les coussinets des boîtes à huile des premier et quatrième essieux ont en outre, dans leurs boîtes, un jeu de 15 mm. de chaque côté de la position normale; des plans inclinés en acier interposés entre le dessus des coussinets et le corps de ces boîtes tendent constamment à ramener les coussinets et, par suite, les essieux, dans leur position normale.

Suspension. — Le châssis est suspendu sur les boîtes à huile au moyen de ressorts et de balanciers.

La suspension comprend, pour chaque essieu et de chaque côté de la machine :

Un ressort à lames en acier à bouts percés, avec platines à côte en acier;

Une bride de ressort de suspension avec tige de pression reposant sur les boîtes;

Deux tiges de suspension avec écrous de rappel et rondelles à côte;

Un étrier d'attache de tige de suspension.

Les suspensions des premier et deuxième essieux sont équilibrées au moyen d'un balancier fixé au châssis. Il en est de même de celles des troisième et quatrième essieux.

Mécanisme moteur. — Le mécanisme moteur attaquant, comme il est dit ci-dessus, le deuxième et le troisième essieu, comprend quatre cylindres à vapeur avec leurs pistons, leurs bielles et leurs mouvements de distribution.

Cylindres et pistons. — Les cylindres d'admission ont 360 mm. de diamètre; les cylindres de détente ont 590 mm. de diamètre; la course des pistons est de 650 mm. Les cylindres d'admission sont fixés à l'intérieur des longerons entre les premier et deuxième essieux. Les cylindres de détente sont fixés sur les longerons à l'avant du premier essieu et entretoisés entre eux par une caisse en tôle et cornière.

Les pistons sont en fonte et les tiges en acier; les crosses des pistons sont en fer; elles sont garnies de semelles de glissement en fonte; elles sont clavetées sur les tiges.

Les segments sont en fonte avec ressorts de centrage en acier.

Les glissières sont en acier et fixées au châssis au moyen de supports en fer.

Les boîtes à vapeur sont recouvertes d'une enveloppe en feuilles de laiton; les cylindres de détente sont recouverts de douvelles en bois enfermées dans une enveloppe en feuilles de laiton.

Bielles. — Les bielles motrices et les bielles d'accouplement sont en acier; les tourillons de bielles et les boutons de manivelles sont en fer, ils sont cylindriques.

L'articulation de la bielle d'accouplement des deuxième et troisième essieux avec celle des premier et deuxième essieux est à joints sphériques; il en est de même de son articulation avec la bielle d'accouplement des troisième et quatrième essieux.

Distribution. — Les mouvements de distribution sont du système Walschaërt; ils peuvent être manœuvrés de la plate-forme du mécanicien au moyen de l'appareil de changement de marche.

Changement de marche. — L'appareil de changement de marche se compose d'un volant à la main du mécanicien et donnant le mouvement aux barres de relevage des distributions d'admission et de détente par l'intermédiaire de vis, pignons et cames montés sur le couvre-roues d'arrière côté droit.

Deux cylindres à vapeur, dont les pistons agissent sur les cadres des cames, sont disposés de manière à contrebalancer les résistances éprouvées par le mécanicien pendant qu'il agit sur le changement de marche; un régulateur permet de graduer la pression de la vapeur introduite dans ces cylindres.

Deux cylindres de verrouillage à huile dont les pistons agissent aussi sur les cadres de cames sont disposés de manière à empêcher les mouvements de va-et-vient que tendent à prendre les leviers de relevage pendant la marche de la machine.

Chaudière. — La chaudière comprend : un corps cylindrique avec dôme de vapeur; un foyer intérieur cubique du système Belpaire, une boîte à fumée avec cheminée, une garniture de tubes à fumée, les appareils de sûreté et d'observation prescrits par les décrets et règlements, les accessoires de chaudière, les robinets divers et la tuyauterie nécessaires à son fontionnement et à celui de la machine.

Corps cylindrique. — Le corps cylindrique à tonne droite est formé de deux viroles en tôle d'acier ayant ensemble, après assemblage, une longueur totale de 3,035 m ; le diamètre intérieur de la grande virole placée à l'avant est de 1,400 m.; l'épaisseur de la tôle du corps cylindrique est de 15 mm.; chaque virole est formée d'une seule feuille de tôle. Les rivures longitudinales sont à deux couvre-joints, l'un intérieur et l'autre extérieur; le couvre-joint intérieur est relié à chacun des bords de la tôle par deux rangées de rivets et le couvre-joint extérieur par une seule rangée de rivets.

Dôme. — Le dôme de vapeur, fixé sur la grande virole d'avant du corps cylindrique, est composé d'une embase, d'un corps cylindrique et d'une calotte.

L'embase est faite avec une tôle d'acier circulaire de 18 mm. d'épaisseur percée en son milieu; les bords intérieurs sont relevés pour recevoir intérieurement le corps du dôme; les bords extérieurs sont rabattus pour épouser la forme de la chaudière sur laquelle l'embase vient se fixer; une rondelle de renfort en tôle d'acier de 15 mm. d'épaisseur et de 150 mm. de largeur est placée à l'intérieur du corps cylindrique de la chaudière dont elle prend la forme; l'embase, le corps cylindrique de la chaudière et la rondelle de renfort sont réunis ensemble par une double rangée de rivets en quinconce.

Le corps cylindrique du dôme comprend une seule virole droite en tôle d'acier de 10,5 mm. d'épaisseur, de 900 mm. de diamètre et 847 mm. de hauteur, à double couvre-joint disposé comme pour les joints longitudinaux du corps cylindrique; il est formé d'une seule feuille de tôle; il est rivé à sa partie inférieure sur l'embase et à sa partie supérieure sur la calotte.

La calotte est formée d'une tôle d'acier circulaire de 14 mm. d'épaisseur emboutie et à bords rabattus au diamètre intérieur du corps du dôme; cette calotte est percée, au centre, d'un trou elliptique pour recevoir la cuvette des soupapes; cette cuvette est en fonte et forme autoclave.

La partie inférieure du dôme est munie d'un diaphragme qui est traversé par les tuyaux d'arrivée de vapeur dans le dôme et par le tuyau de sortie de vapeur.

Les tuyaux d'arrivée sont en cuivre, celui de sortie qui porte le régulateur de prise de vapeur est en fonte.

Boîte à feu. — La boîte à feu, de forme cubique, se compose : d'une enveloppe de boîte à feu en tôle d'acier d'une seule pièce ayant 2,385 mm. de largeur et 15,5 mm. d'épaisseur, d'une plaque d'avant en tôle d'acier de 16 mm. d'épaisseur, percée d'un trou dont les bords intérieurs sont relevés pour recevoir intérieurement la petite virole d'arrière du corps de chaudière, d'une plaque d'arrière ou de porte en tôle d'acier de 15 mm. d'épaisseur; les bords des deux plaques d'avant et d'arrière sont rabattus pour épouser la forme de l'enveloppe de boîte à feu à laquelle elles sont réunies par des coutures à double rangée de rivets.

La longueur de la boîte à feu, mesurée à l'extérieur des plaques d'avant et d'arrière, est de 2,510 mm; sa largeur, mesurée également à l'extérieur de l'enveloppe, est, dans le haut, de 1,430 m., et, dans le bas, de 1,200 m.

La distance du dessus de l'enveloppe à l'axe de la chaudière est de 831,4 mm.

Les deux faces planes latérales opposées de l'enveloppe sont entretoisées au-dessus du foyer, au moyen de tirants transversaux creux en acier; la partie plane de la plaque d'arrière, au-dessus du foyer, est consolidée par des armatures en tôle d'acier, les angles plans de la plaque d'avant au-dessus du foyer sont consolidés par des armatures en métal fondu en forme de T; la plaque d'arrière est réunie au corps cylindrique par six tirants longitudinaux en acier fixés au corps cylindrique par des agrafes en fer forgé, et à la plaque d'arrière par des écrous et contre-écrous.

Foyer. — Le foyer, de forme cubique, se compose : d'une enveloppe de foyer en tôle de cuivre d'une seule pièce, de 15 mm. d'épaisseur; d'une plaque d'avant ou tubulaire, en cuivre, recevant les tubes à fumée, ayant 25 mm. d'épaisseur dans la partie des tubes et 17 mm. dans la partie inférieure, d'une plaque d'arrière ou de porte, en cuivre, de 15 mm. d'épaisseur; les bords des deux plaques d'avant et d'arrière sont rabattus pour épouser la forme de l'enveloppe du foyer sur laquelle elles sont fixées par des rivets en fer.

La plaque tubulaire est réunie au corps cylindrique de la chaudière par six tirants en fer.

Les faces verticales de la boîte à feu et du foyer sont réunies entre elles au moyen d'entretoises creuses en cuivre.

Le ciel du foyer est réuni avec le dessus de la boîte à feu par des tirants verticaux creux en acier.

Le cadre de foyer et le cadre de porte de foyer complètent l'assemblage; ces cadres sont en fer.

A l'intérieur, le foyer a, mesuré dans le bas, 2,327 m. de longueur et 1,019 m. de largeur; mesuré dans le haut, il a 2,250 m. de longueur et 1,070 m. de largeur; sa hauteur, du-dessous du ciel au-dessous du cadre, est de 1,130 m. à l'arrière et de 1,765 m. à l'avant; la distance du dessous du ciel à l'axe du corps cylindrique de la chaudière est de 290 mm.

Voûte en briques. — Le foyer est muni d'une voûte composée de briques de 200 mm. de longueur et 120 mm. d'épaisseur occupant toute la largeur du foyer. Un regard placé sur l'arrière de la boîte à feu et muni d'une porte permet au mécanicien de voir au-dessus de la voûte.

Tirants de plaque tubulaire. — Les six tirants réunissant la plaque tubulaire au corps cylindrique sont en fer; ils sont rivés à l'intérieur de la petite virole d'arrière et viennent s'appuyer contre la plaque tubulaire.

Ils sont percés chacun d'un trou borgne taraudé recevant une vis en fer qui traverse la plaque tubulaire. Chaque vis est percée elle-même d'un trou de 6 mm. de diamètre, bouché du côté des tirants par un tampon en fer.

Entretoises en cuivre. — Les entretoises en cuivre, mesurées après le filetage, ont 23 mm. de diamètre extérieur; elles sont percées dans toute leur longueur d'un trou de 6 mm. de diamètre. Après la pose, ce trou est bouché, du côté extérieur du foyer, au moyen d'un tampon en fer.

Tirants verticaux en acier. — Les tirants verticaux en acier, au nombre de 160, sont taraudés aux deux extrémités au diamètre de 27 mm. Ils sont vissés dans le ciel du foyer et dans l'enveloppe de boîte à feu. Les joints sont assurés, sous le ciel, par des écrous, et sur l'enveloppe, par des rondelles et des écrous. Ils sont percés, dans toute leur longueur, d'un trou de 6 mm. de diamètre bouché à l'extérieur par un tampon en cuivre.

Tirants transversaux en acier pour boîte à feu. — Les tirants transversaux en acier, au nombre de 29, sont taraudés aux deux extrémités au diamètre de 36 mm.; ils sont vissés dans les deux faces de la boîte à feu et les joints sont faits par des rondelles et des écrous; ils sont percés dans toute leur longueur d'un trou de 6 mm. de diamètre qui reste ouvert à ses deux extrémités après la pose.

Tirants longitudinaux en acier pour boîte à feu. — Les tirants longitudinaux en acier, au nombre de 6, sont taraudés aux deux extrémités au diamètre de 45 mm. ; ils sont vissés d'une part sur la plaque de porte et les joints sont faits par des rondelles et des écrous ; d'autre part, ils traversent de fortes attaches rivées dans l'intérieur de la petite virole d'arrière et sont fortement serrés au moyen d'un écrou et d'un contre-écrou.

Une clavette noyée empêche les tirants de tourner.

Boîte à fumée. — La boîte à fumée comprend : un corps cylindrique en tôle d'acier ayant 1,430 m. de diamètre intérieur et 10 mm. d'épaisseur, venant se river sur l'extérieur de la grande virole d'avant de la chaudière, une plaque tubulaire en tôle d'acier de 20 mm. d'épaisseur, dont les bords sont rabattus et rivés à l'intérieur de cette même grande virole d'avant, et qui est consolidée à l'intérieur par des armatures en tôle d'acier ; une plaque d'avant circulaire, en tôle d'acier de 8 mm. d'épaisseur, percée d'une ouverture pour la porte de boîte à fumée et fixée au corps de la boîte à fumée au moyen d'une cornière.

La longueur intérieure de la boîte à fumée est de 2,333 m.

La porte de boîte à fumée est formée d'un seul vantail rond avec pentures sur le côté gauche et mouvement de fermeture à son centre.

Cheminée. — La cheminée est composée de deux parties : l'embase et le fût. L'embase est formée de deux tôles de 8 mm. d'épaisseur, embouties et réunies entre elles au moyen de deux rivures ou de deux soudures ; elle est boulonnée sur la boîte à fumée. Le fût est composé d'une virole en tôle d'acier de 540 mm. de diamètre intérieur et 5 mm. d'épaisseur dont les bords sont réunis par une rivure à couvre-joint.

Capuchon de cheminée. — Un capuchon de cheminée avec son mouvement et un écran vertical sont fixés sur le fût.

Tubes à fumée. — La chaudière est garnie de 139 tubes à fumée à ailettes en métal fondu, raboutés en cuivre rouge de 3 mm. d'épaisseur du côté du foyer ; ils ont 65 mm. de diamètre extérieur et 2,5 mm. d'épaisseur.

Ils sont disposés en rangées verticales et en quinconce et espacés de 80 mm. sur la plaque tubulaire de foyer. Ils sont fixés dans les plaques tubulaires au moyen de viroles en fer ou en acier doux.

La longueur des tubes, mesurée entre les plaques tubulaires, est de 3 m.

Appareils de chaudière. — Les appareils de sûreté et d'observation dont est garnie la chaudière sont :

Soupapes de sûreté. — Deux soupapes de sûreté en bronze ayant chacune 90 mm. de diamètre, avec sièges également en bronze, reposant sur la cuvette du dôme et munies de leviers, pointeaux et balances. Ces soupapes possèdent à leur partie inférieure un disque ayant pour but d'en augmenter la levée lorsqu'il y a échappement de vapeur.

Plomb fusible. — Un écrou avec plomb fusible fixé sur le ciel du foyer.

Manomètre. — Un manomètre Bourdon avec flèche indicatrice à 15 kg. muni d'un raccord à bride pour manomètre-étalon.

Timbre. — Une plaque de timbre à 15 kg.

Tube de niveau d'eau. — Un indicateur de niveau d'eau composé d'un tube en verre pris entre deux robinets fixés sur la chaudière ; le robinet supérieur communique avec la vapeur et le robinet inférieur avec l'eau ; la partie visible du bas du tube s'arrête à une hauteur correspondant à 100 mm. au-dessus du ciel de foyer ; les deux robinets se manœuvrent en même temps par une tringle unique.

Robinets de jauge. — Trois robinets de jauge vissés sur la chaudière à des hauteurs

différentes; le robinet inférieur est à une hauteur correspondant à 100 mm. au-dessus du ciel de foyer.

Plaque de niveau réglementaire de l'eau. — Une plaque indicatrice du niveau minimum au-dessous duquel l'eau ne doit pas descendre, fixée sur la chaudière à la hauteur de 100 mm. au-dessus du ciel du foyer.

Accessoires de chaudière. — Les accessoires de chaudière sont :

Autoclaves. — Deux autoclaves pour le nettoyage du corps de la chaudière montés sur des poches en tôle d'acier fixées à la partie inférieure du corps cylindrique ;

Quatre autoclaves du bas du foyer pour le nettoyage du bas du foyer ;

Un bouchon du bas de la plaque tubulaire de la boîte à fumée pour le nettoyage du corps de chaudière ;

Six regards autoclaves supérieurs de boîte à feu pour le nettoyage des tirants et entretoises.

Six regards autoclaves supérieurs de boîte à feu pour le nettoyage des tirants et entretoises ;

Porte de foyer. — Une porte de foyer en fonte avec fermeture et registre à claire-voie permettant d'introduire de l'air au-dessus du combustible.

Grille du foyer. — Une grille formée de deux parties : l'une fixe garnie de barreaux en tôle de 10 mm. d'épaisseur espacés de 10 mm., l'autre mobile formant jette-feu, munie de son mouvement avec volant à la main du mécanicien.

Cendrier. — Un cendrier composé de : deux côtés fixés au cadre du foyer, un fond rivé aux côtés avec trappe à charnière, une porte d'avant avec charnière et mouvement à levier et crémaillère à poignée à la main du mécanicien, une porte d'arrière avec charnière et chaînette d'ouverture à la main du mécanicien, une tôle recourbée fixée au fond du cendrier et servant à établir entre l'essieu d'arrière et le cendrier un courant d'air qui empêche l'échauffement de l'essieu.

Pararingard. — Un pararingard fixé sur le cadre de la porte de foyer.

Grille à flammèches. — Une grille à flammèches fixée dans la boîte à fumée au-dessous de la cheminée, avec barreaux transversaux distants de 10 mm.

Injecteurs. — L'alimentation est assurée au moyen de deux injecteurs Sellers nos 6 1 2 et 7 1/2.

Robinets de la chaudière et tuyauterie. — Les robinets et la tuyauterie nécessaires au fonctionnement de la chaudière sont :

Un robinet de vidange ;

Deux rotules en caoutchouc avec raccords ;

Deux soupapes automatiques de refoulement avec robinet d'arrêt et leurs tuyaux de refoulement ;

Un robinet souffleur avec son tuyau et son mouvement ;

Les robinets de vapeur d'eau et de vidange du niveau d'eau ;

Un robinet de prise de vapeur du manomètre avec son tuyau ;

Un robinet de prise de vapeur avec son tuyau et son mouvement pour chaque injecteur ;

Un robinet de prise d'eau sur le refoulement de l'injecteur no 6 1/2 avec son tuyau en caoutchouc et sa lance pour arroser le charbon ;

Un sifflet avertisseur avec son robinet de prise de vapeur, son tuyau et son mouvement ;

Deux tuyaux de prise de vapeur aboutissant au haut du dôme, dont l'un part du dessus du foyer et l'autre du diaphragme ;

Un robinet à trois voies placé sur la conduite du souffleur et servant de prise de vapeur pour le ramonage des tubes à fumée.

Appareils accessoires. — Les appareils accessoires sont les suivants :

Régulateur. — Un régulateur de prise de vapeur composé de : un corps en fonte placé dans le dôme ; deux tiroirs manœuvrés par l'intermédiaire de tringles et de bielles, à l'aide d'un levier de mise en marche à portée de la main du mécanicien ; le corps du régulateur est fixé à la plaque tubulaire de boîte à fumée et aboutit à la culotte de prise de vapeur fixée sur l'autre côté de cette plaque tubulaire, d'où partent deux tuyaux en cuivre qui traversent le corps de boîte à fumée et vont aboutir aux tubulures préparées pour les recevoir sur les cylindres d'admission.

Les tuyaux en cuivre de prise de vapeur aboutissant aux cylindres d'admission, de 120 mm. de diamètre intérieur et 4 mm. d'épaisseur.

Communication des cylindres d'admission et des cylindres de détente. — Deux tuyaux en cuivre mettant les cylindres d'admission en communication avec les cylindres de détente et circulant dans la boîte à fumée où ils forment réservoir de vapeur. Ces deux tuyaux ont 155 mm. de diamètre intérieur et 5 mm. d'épaisseur.

Un robinet fixé sur la chaudière, permettant d'envoyer directement de la vapeur, pour le démarrage, dans le réservoir intermédiaire, entre les cylindres d'admission et ceux de détente.

Deux soupapes de sûreté fixées sur les boîtes à vapeur des cylindres de détente et destinées à limiter la pression dans le réservoir de vapeur.

Échappement. — Un échappement de vapeur composé de : une culotte en fonte fixée dans la boîte à fumée ; deux valves articulées sur la culotte, fermant ou ouvrant le passage de sortie de la vapeur d'échappement et manœuvrées par des tringles, des leviers et un volant à portée de la main du mécanicien ; deux tuyaux en cuivre partant de la culotte, traversant le corps de boîte à fumée et allant aboutir aux tubulures préparées pour les recevoir sur les cylindres de détente. Dans l'axe de l'échappement est fixé un noyau central en bronze et cuivre ; ce noyau reçoit le tuyau souffleur.

Les tuyaux en cuivre d'échappement ont 180 mm. de diamètre intérieur et 4 mm. d'épaisseur.

Purgeurs des cylindres. — Un mouvement des purgeurs des cylindres, composé de tringles et leviers avec poignée à portée de la main du mécanicien.

Les deux tringles des mouvements de manœuvre de l'échappement et des purgeurs sont placées de chaque côté, le long de la chaudière, et servent de mains-courantes.

Sablier. — Un sablier, placé en avant du dôme, composé de : une boîte en tôle en forme de selle et posée à cheval sur la chaudière ; deux valves d'écoulement du sable manœuvrées par des tringles et une poignée à portée de la main du mécanicien ; un couvercle à charnière ; deux tuyaux en laiton de 50 mm. de diamètre extérieur partent de chacune des valves et vont aboutir au-dessus des rails, de chaque côté des deux roues du deuxième essieu.

Graisseurs des tiroirs et des cylindres. — Le graissage des tiroirs se fait au moyen de deux lubrifieurs Drevdal fixés au tablier et ayant leur prise de mouvement sur un des boutons de commande de la distribution des cylindres extérieurs. Chaque cylindre est muni, en outre, d'un graisseur à boule.

Robinet de contre-vapeur. — Un robinet de contre-vapeur fixé sur la chaudière avec poignée à la main du mécanicien prend l'eau et la vapeur à l'aide d'un tuyau recourbé s'enfonçant dans la boîte à feu et se redressant au-dessus du plan d'eau ; un autre tuyau part du robinet et amène le mélange d'eau et de vapeur à l'échappement des cylindres de détente.

Frein à air comprimé et intercommunication pneumatique. — Les machines qui sont désignées sur la soumission comme devant être munies du frein à air comprimé automatique et modérable et de l'intercommunication pneumatique reçoivent les pièces et appareils ci-après, savoir :

1° Une prise de vapeur, un petit-cheval avec pompe à air, un régulateur de pression, un graisseur du cylindre à vapeur du petit-cheval, un raccord de purge, un réservoir pour échappement silencieux, deux réservoirs principaux, trois manomètres et leur plaque indicatrice, un robinet du mécanicien à régulateur d'échappement pour frein automatique, avec son réservoir, un robinet du mécanicien pour frein modérable, deux boyaux en caoutchouc avec raccord et demi-accouplement du frein modérable, un réservoir auxiliaire, une triple valve, une double valve d'arrêt, une soupape pour relâcher les freins, un robinet de prise d'air à trois voies, un robinet de prise d'air à deux voies, deux robinets de vidange, un robinet d'arrêt pour frein automatique, un avertisseur avec sa valve, un robinet d'isolement et deux cylindres à frein et différents écrous et raccords pour la tuyauterie ; cette première série de pièces est fournie au constructeur par la Compagnie *P.-L.-M.*

2° Deux conduites principales, l'une pour le frein automatique, l'autre pour le frein modérable, allant des réservoirs principaux aux robinets du mécanicien et aux boyaux en caoutchouc avec demi-accouplement, diverses conduites et raccords secondaires, quatre sabots attaquant les roues des deux essieux moteurs, deux timoneries agissant sur ces sabots ; cette deuxième série de pièces est fournie par le constructeur.

Enveloppe en laiton. — La chaudière est garnie d'un réseau de supports sur lequel est fixée une enveloppe en feuilles de laiton de 1,5 mm. d'épaisseur.

Réunion de la chaudière avec le châssis. — La chaudière est fixée aux cylindres d'admission ; le corps cylindrique et la boîte à fumée reposent sur deux traverses intermédiaires du châssis au moyen d'équerres et de cales en fer ajustées et rivées sur la chaudière et la boîte à fumée.

Ces équerres sont fixées sur les traverses intermédiaires par des boulons à dilatation qui permettent à la chaudière de glisser suivant son axe, mais s'opposent à tout mouvement de rotation.

La boîte à feu repose sur le châssis par l'intermédiaire de quatre bielles de suspension articulées, d'une part, au cadre du bas du foyer, et, d'autre part, aux longerons.

De plus, la boîte à feu est maintenue entre les longerons au moyen de deux agrafes en fer fixées sur ses côtés ; ces agrafes embrassent les longerons sans les toucher afin de ne gêner aucunement la dilatation de la chaudière.

Divers. — Tous les coussinets en bronze des bielles motrices et d'accouplement, ainsi que les colliers d'excentriques, sont garnis d'antifriction.

Les tiges de pistons et de tiroirs sont munies de garnitures métalliques système Duterne ; l'arbre horizontal du régulateur est muni d'une garniture en chanvre.

Les machines sont munies de tous les robinets graisseurs et purgeurs nécessaires à leur fonctionnement.

Les graisseurs des bielles motrices et d'accouplement, les godets graisseurs des glissières, etc... sont munis de couvercles Rous.

Enfin, la locomotive doit être munie de tous les appareils indiqués sur les dessins et de tous autres appareils reconnus nécessaires pour son complet fonctionnement.

Deux plaques fixées sur les côtés de l'abri portent le numéro de la locomotive et sont munies d'un cadre pour recevoir le nom du mécanicien ; deux autres plaques fixées sur les couvre-roues du troisième essieu indiquent le nom du constructeur et l'année de la livraison.

Chaque locomotive est munie : de deux porte-lanternes fixés sur le tablier d'avant ; d'un porte-signal fixé sur la plaque d'avant de la boîte à fumée, au-dessus de la porte.

Dessins. ART. 4. — Le constructeur doit se conformer exactement aux indications qui précèdent et aux dessins d'ensemble et de détail et nomenclatures qui lui sont remis par la Compagnie.

Néanmoins, avant de commencer l'exécution, le constructeur doit revoir et vérifier tous les dessins pour s'assurer qu'il n'y a pas d'erreurs sur les dispositions ou les cotes de détail. En cas de difficulté, il s'adresse à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction qui donne la suite convenable.

DROIT DE MODIFICATION. — La Compagnie se réserve le droit de modifier, pendant l'exécution du marché, les formes et dimensions des locomotives, sauf à prendre livraison des pièces déjà exécutées ou seulement ébauchées sur les dessins antérieurs. Le constructeur livre sur le nouveau modèle arrêté les pièces restant à construire, sans indemnité ; il lui est tenu compte seulement, soit en plus soit en moins, de la différence de valeur estimée au prix de revient entre les pièces anciennes et les pièces nouvelles.

NOMENCLATURE ET POIDS DES PIÈCES. — Il est remis au constructeur, avec les dessins, une nomenclature des pièces entrant dans la composition d'une locomotive, avec une colonne laissée en blanc pour recevoir l'indication du poids de chaque pièce.

Cette nomenclature doit être complétée et remplie par les soins du constructeur et retournée par lui à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie *P.-L.-M.*, à la date indiquée par la soumission pour la fin des livraisons.

Poids normal. ART. 5. — Chaque locomotive complètement terminée, munie de tous les appareils et accessoires dont il est parlé plus haut, pèse à vide environ 50 700 kg. avec le frein et 49 100 kg. sans le frein.

Le poids normal est constaté lors de la livraison de la première locomotive dont tous les organes sont rigoureusement conformes aux dessins.

Une tolérance de 1 0/0 en plus ou en moins est dès à présent stipulée sur le poids normal fixé comme il vient d'être dit ; au-dessous de cette tolérance, les locomotives sont refusées ; au-dessus, elles peuvent être acceptées, mais l'excédent n'est pas payé au constructeur.

Objets fournis par la Compagnie. ART. 6. — La Compagnie fournit au constructeur sans remboursement du prix :

Les deux injecteurs Sellers nos 6 1/2 et 7 1/2 nécessaires à l'alimentation de la chaudière ;

Les deux lubrifieurs Drevdal type C doubles, nécessaires au graissage des cylindres de détente et d'admission ;

Les pièces de frein à air comprimé et intercommunication pneumatique énumérées au 1° du paragraphe « Frein à air comprimé et intercommunication pneumatique » de l'article 3 ci-dessus.

Qualité des matières. ART. 7. — Les matières de toute nature employées dans la construction des locomotives doivent être de bonne qualité.

Les catégories des tôles de fer et d'acier, des fers et fontes, les titres des cuivres, bronzes, laitons et alliages divers sont indiqués dans la nomenclature des pièces dont il est parlé à l'article 4.

On doit se conformer, pour définir et constater la qualité des matières, pour la surveillance et la réception au point de vue de cette qualité, aux prescriptions des cahiers des charges.

Conditions d'exécution. Conditions générales. ART. 8. — Les pièces diverses composant la locomotive doivent être exactement conformes aux dessins et exactement semblables entre elles, de manière à pouvoir s'adapter sans retouche à l'une quelconque des locomotives de la même série.

L'exécution des pièces, l'assemblage et le montage doivent être aussi parfaits que possible sous tous les rapports; la précision du travail, dans tous ses détails, devra au moins égaler celle qui est atteinte dans les ateliers de la Compagnie P.-L.-M. et dont les constructeurs peuvent se rendre un compte exact s'ils le désirent.

Toutes les bagues des articulations, toutes les articulations et toutes les parties frottantes des pièces de fer sont cémentées en paquet et trempées.

Tous les taraudages de pièces de fer, d'acier et de fonte, ainsi que les taraudages des pièces de bronze se vissant sur des pièces de fer, d'acier et de fonte, ont les pas et formes des filets adoptés par la Compagnie *P.-L.-M.* et indiqués sur l'autographie donnée avec les dessins d'exécution.

Les pièces de fonderie doivent toutes porter le numéro de modèle indiqué par la nomenclature et le dessin; celles dont certaines parties restent brutes portent ce numéro en saillie venu de fonderie sur une des parties brutes; celles qui sont ajustées sur toutes les faces ont ce numéro poinçonné, après finissage, sur une des parties restant visibles après le montage.

Châssis. — Les longerons sont découpés, avec les parties formant plaques de garde, dans une plaque de tôle d'acier d'une seule pièce. Ils sont parfaitement dressés, avant toute opération, sur toute leur longueur. Tous les trous des pièces fixées sur les longerons sont tracés au moyen d'un calibre et percés au foret.

Tous les trous des rivets sont percés au foret et parfaitement alésés avant l'opération du rivetage, de manière à être bien affleurés; toutes les bavures sont enlevées à la fraise.

L'emploi du poinçon n'est toléré pour le découpage des longerons que sous la réserve qu'il reste une bande de 10 mm. au moins entre les bords des trous de poinçon et le tracé définitif; cette bande de 10 mm. ne peut être enlevée qu'avec des outils tranchants, et, en ce qui concerne particulièrement les angles des cages des boîtes à huile, le tracé définitif doit être obtenu au moyen de la machine à percer.

Les deux longerons doivent être parfaitement parallèles.

Le montage des cylindres sur le châssis doit être aussi parfait que possible. Leurs axes doivent être exactement parallèles aux longerons. Il n'est toléré aucun jeu dans les logements qui leur sont ménagés dans les longerons. Les trous des boulons qui fixent les cylindres sont parfaitement alésés et les boulons tournés pour être enfoncés avec un léger serrage.

Le montage de la suspension de la boîte à feu exige un soin parfait. Les longerons étant montés, assemblés et nivelés, on descend la chaudière sur le châssis, de façon à la régler par rapport à la hauteur des longerons. On trace seulement alors définitivement l'emplacement des attaches inférieures des bielles de suspension montées sur la boîte à feu.

Essieux axes. — Les fusées des essieux axes sont tournées, planées et polies à l'émeri, au diamètre définitif indiqué par les dessins.

Les portées de calage des essieux sont tournées, planées et polies à l'émeri, à la demande du moyeu qui doit les recevoir, sur un diamètre un peu supérieur à celui du trou alésé de ce moyeu et tel que le calage, effectué comme il est dit ci-dessous, exige un effort compris entre 40 000 et 50 000 kg. Les rainures pour clés de clavetage sont faites suivant calibre.

Les portées de calage des excentriques sont tournées, planées et polies à la cote du dessin.

L'écartement, le profil et le diamètre des fusées sont vérifiés au calibre et doivent être conformes, sans aucune tolérance, aux indications des dessins.

Les trous des pointes du tour sont conservés aux deux extrémités de l'essieu fini; ils ont au moins 20 mm. de profondeur; ils ont la forme indiquée par les dessins.

Centres. — Les centres de roues sont en fer forgé à bras elliptiques.

La partie cylindrique extérieure de la jante, les chanfreins et la feuillure devant recevoir le talon du bandage sont tournés et planés; les faces latérales de la jante, du moyeu et des mannetons sont tournées et planées; les faces latérales des contrepoids sont

tournées sans être planées; l'intérieur du moyeu est alésé, plané et poli à l'émeri exactement au diamètre fixé par les dessins; les rainures pour clés de clavetage sont faites suivant calibre.

Calage. — Les portées de calage des essieux sont lubrifiées avec du suif naturel fondu.

Le calage est fait à la presse hydraulique; l'opération doit être conduite très lentement, de manière qu'on puisse bien constater la pression de calage et éviter toute déformation de l'essieu ou des fusées; la pression effective à la fin de l'opération doit, pour chaque centre, être comprise entre 40 et 50 tonnes.

Le calage doit être effectué en présence d'un agent de la Compagnie *P.-L.-M.*; cette condition est de rigueur.

Les clés de clavetage sont en acier; elles sont parfaitement ajustées et chassées à refus dans leurs logements qui au préalable ont été calibrés.

Les trous qui doivent recevoir les boutons de manivelles sont alésés, planés et polis à l'émeri; ils sont fraisés sur la face intérieure du centre.

Les boutons de manivelles sont en fer, cémentés et trempés en paquet aux parties frottantes seulement; la portée de calage est tournée, planée et polie à l'émeri, à la demande du trou qui doit la recevoir, de manière que la pression au calage, pratiqué comme il est dit ci-dessous, soit comprise entre 25 et 30 tonnes.

Les boutons de manivelles sont lubrifiés au suif naturel fondu; ils sont emmanchés à la presse hydraulique; à la fin de l'opération, la pression doit atteindre 25 à 30 tonnes.

La partie emmanchée dans le manneton dépasse celui-ci de la quantité nécessaire pour être rabattue à froid et rivée dans la fraisure préparée à cet effet. On doit s'assurer, dans le montage des essieux, que la manivelle de droite marche la première.

Perçage des jantes. — Le perçage des trous de passage des vis dans les jantes est fait avant l'embatage, le diamètre et la position des trous sont exactement conformes aux cotes indiquées par les dessins. Les trous sont lamés à l'intérieur de la jante pour permettre un portage parfait de la tête de la vis de fixation des bandages.

Bandages à talon. — Les bandages sont en acier; ils sont tournés et planés à l'intérieur au profil exact du dessin, concentriquement à la surface extérieure.

Le diamètre intérieur du bandage tourné et plané est plus petit que le diamètre extérieur de la jante également tournée et planée; la différence varie avec le diamètre; elle est, par mètre de diamètre, de 3,4 de mm., soit de 1 mm. pour les centres de 1,360 m. de diamètre.

Embatage. — L'embatage des roues est effectué après le calage des centres sur l'essieu.

Le bandage n'est chauffé qu'à la température rigoureusement indispensable pour l'opération, au maximum le rouge sombre; il est refroidi avec les précautions nécessaires, eu égard à la nature du métal.

Perçage et taraudage des trous de vis dans les bandages. — Le perçage des trous de vis dans les bandages est fait après l'embatage. Les trous sont percés bien concentriques aux trous des jantes, à la profondeur indiquée par les dessins et à un diamètre convenable pour obtenir après taraudage un filet plein au diamètre et au pas indiqués par le dessin.

Pose des vis. — La vis est emmanchée et ajustée de telle sorte qu'elle serre convenablement dans le filetage du bandage et que sa tête porte parfaitement sur la partie lamée de la jante.

Tournage. — Après le montage, les bandages des quatre essieux d'une même machine sont tournés au profil exact des dessins et amenés au même diamètre au roulement, sans aucune tolérance.

L'écartement des faces intérieures des bandages et leur distance au milieu des fusées doivent être exactement conformes aux indications des dessins, sans aucune tolérance.

Essai au choc des bandages. — Le bandage étant monté sur sa roue et fixé par ses

vis est frappé au roulement au moyen d'un marteau à devant du poids de 8 kg. ou d'un mouton donnant un coup de même intensité. Les coups sont appliqués de façon que leur espacement sur le bandage soit d'environ 120 mm. Le son rendu à chaque coup doit être clair et doit avoir la même intensité.

Les bandages qui laissent un doute quelconque à la suite de cet essai sont déposés.

Boîtes à huile. — Les boîtes à huile et leurs coins de serrage sont en fer forgé, cémentés en paquet et trempés. Les coussinets de boîtes sont en bronze; ils sont ajustés avec soin dans les boîtes et sur les fusées.

Les boîtes à huile des deuxième et troisième essieux sont montées avec un soin spécial. Les faces des glissières arrière des deux boîtes d'un même essieu sont bien dans le même plan vertical et perpendiculaire à l'axe de la machine. On monte le dessous de boîte en le fixant au-dessus par des broches et en s'assurant qu'il ne porte pas sous les coussinets latéraux. Le jeu total entre les coussinets latéraux et la fusée doit être d'environ 1/4 de millimètre. Le réglage s'obtient au moyen du coin de serrage. Après avoir serré ce coin à fond, on le laisse tomber d'environ 5 mm. et on le fixe dans cette position. De toute façon, chaque essieu doit être rigoureusement d'équerre avec l'axe de la machine.

Cylindres à vapeur et de verrouillage. — Les cylindres sont en fonte gris très clair de première qualité, à grain d'aspect aciéreux très fin et parfaitement homogène; ils sont moulés avec soin; ils doivent être exempts de soufflures, gouttes froides ou autres défauts. Les tables de tiroirs doivent être rodées après le rabotage et présenter un poli parfait, sans grains durs ni soufflures.

Les arêtes des tables et les orifices d'admission et d'échappement sont calibrés avec soin.

Les cylindres d'admission, les cylindres à vapeur du changement de marche, ainsi que ceux du verrouillage d'huile, sont essayés à la presse hydraulique à une pression de 15 kg. par centimètre carré. Les cylindres de détente sont essayés à la presse hydraulique à une pression de 7 kg. par centimètre carré. Ils ne doivent, lors de cet essai, présenter aucune trace de fuite ou de suintement de liquide.

Pistons. — Les pistons sont en fonte gris très clair de première qualité, à grain d'aspect aciéreux très fin et parfaitement homogène; ils sont moulés avec soin; ils doivent être exempts de soufflures, gouttes froides ou autres défauts; ils sont munis de segments en fonte.

Tiges de pistons. — Les tiges de pistons sont en acier; la partie qui se visse dans le piston est filetée légèrement conique. Ces tiges sont emmanchées très fortement dans le corps du piston chauffé à 100 degrés centigrades environ. Le bout de la tige est ensuite rivé sur le piston.

Les crosses des pistons sont en fer cémenté et trempé. Elles sont munies de semelles de glissement en fonte et portent des godets graisseurs avec couvercles Rous.

Les glissières sont en acier non trempé.

Bielles motrices et d'accouplement. — Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier; elles sont dressées et polies sur toute leur surface.

Les têtes des bielles sont évidées pour recevoir les coussinets, les clavettes et coins de serrage.

Tous les coussinets en bronze des bielles motrices et d'accouplement sont garnis de métal antifriction.

Pièces du mouvement de distribution. — Toutes les pièces mobiles composant le mouvement de distribution sont dressées et polies sur toute leur surface.

Les flasques des coulisses, les bagues des articulations et les axes sont en fer cémenté et trempé.

Les colliers d'excentriques sont en fer et sont garnis à l'intérieur de métal antifriction.

Les bagues des articulations sont tournées à un diamètre extérieur légèrement plus

fort que le diamètre du trou dans lequel elles sont logées et sont placées en faisant chauffer légèrement les pièces qui doivent les recevoir.

Recuit des pièces de mouvement. — Les pièces du mouvement qui sont en acier, telles que : tiges de pistons, tiges de tiroirs, bielles motrices et d'accouplement, glissières, pièces du mouvement de distribution et balanciers de suspension, sont recuites. Cette opération est effectuée sur les pièces finies de forge. On les chauffe au four au rouge cerise naissant; cette température atteinte, on les refroidit rapidement jusqu'au rouge sombre, et enfin on les laisse refroidir lentement, en leur évitant le contact de l'air, sous une couche épaisse d'escarbilles ou de sable.

Tiroirs. — Les tiroirs sont en fonte garnis de dés en métal antifriction. Les alvéoles contenant l'antifriction sont préalablement étamés, puis, les tiroirs ayant été légèrement chauffés, on coule le métal antifriction et on comprime fortement les dés avant que le métal ne soit complètement refroidi.

Arbre de relevage. — L'arbre de relevage est poli sur toute sa surface, en enlevant le moins possible de la croûte du métal; les supports sur lesquels il repose sont en fer bien poli pour donner un bon frottement aux tourillons, sans interposition de coussinets.

Appareil de changement de marche. — Les cames sont en fer cémenté et trempé au paquet, elles sont ensuite rectifiées sur plat.

Le profil des cames de l'appareil de changement de marche doit être rigoureusement conforme au dessin, de façon que les cames mises en place ne puissent avoir aucun jeu entre les galets dans toutes les positions qu'elles doivent occuper.

Le calage des cames l'une par rapport à l'autre doit être absolument rigoureux et conforme aux indications du dessin.

Échelle graduée du changement de marche. — Les divisions de l'échelle graduée du changement de marche indiquent les introductions correspondant à chaque dixième de la course des pistons des deux cylindres d'admission, ou tout au moins la moyenne de ces admissions pour chaque point. D'ailleurs, les introductions correspondant à la division 4 de la règle pour la marche en avant sont rigoureusement égales à 4 dixièmes sur les faces avant et arrière du piston d'admission côté droit.

Vérification du réglage de la machine. — Le réglage des organes de distribution de la machine doit, une fois terminé, satisfaire aux vérifications suivantes :

1° On manœuvre le changement de marche de façon à amener les axes de réglage des cames donnés par les dessins, dans une position perpendiculaire à la vis; dans cette situation, on doit trouver les axes des quatre coulisseaux en parfaite coïncidence avec les centres d'oscillation des coulisses.

2° On fait tourner la machine de façon à amener le piston d'admission côté droit à son point mort avant; dans cette situation, on vérifie qu'en changeant la marche, du point extrême $\mathcal{AV}$ au point extrême $\mathcal{R}$, le tiroir d'admission côté droit ne bouge pas de plus de 1,5 mm. Cette vérification faite également pour le point mort $\mathcal{R}$ de ce cylindre et pour les deux points morts de chacun des trois autres cylindres doit donner le même résultat.

3° On met la marche en avant au cran 4; dans cette situation, on fait faire un tour en avant aux deux essieux moteurs réunis par leurs bielles d'accouplement, et on doit constater que pour chaque cylindre les admissions sur les faces $\mathcal{AV}$ sont rigoureusement égales aux admissions sur les faces $\mathcal{R}$, et que, de plus :

L'admission, pour le cylindre d'admission côté droit, est rigoureusement égale à 4 dixièmes;

L'admission, pour le cylindre d'admission côté gauche, ne diffère pas de 4 dixièmes de 2 centièmes en plus ou en moins.

4° On met la marche en arrière au cran 4; dans cette situation, on fait faire un tour en arrière aux deux essieux moteurs réunis par leurs bielles d'accouplement, et on doit constater que :

Pour le cylindre d'admission côté droit, la moyenne des admissions sur les faces *AV* et *AR* est rigoureusement égale à 4 dixièmes;

Pour le cylindre d'admission côté gauche, cette moyenne ne s'écarte pas de 4 dixièmes de 2 centièmes en plus ou en moins;

Pour chacun des cylindres de détente, cette moyenne est à peu près égale à la moyenne constatée au cran 4 de la marche *AV*.

Chaudière. — Le corps cylindrique, la boîte à feu, le dôme et la boîte à fumée sont en tôle d'acier.

Le travail d'emboutissage des tôles doit être fait autant que possible à la presse et avec le plus grand soin. Les tôles devant être embouties sont chauffées dans un four dormant, uniformément dans toutes leurs parties et au même degré, soit au rouge cerise clair, dans toutes les chaudes. On ne les travaille plus lorsque leur température est descendue au-dessous de celle du rouge sombre.

Toutes les tôles entrant dans la composition de la chaudière sont d'abord façonnées, ajustées et assemblées complètement à l'aide de faux boulons. Dans cette première opération, on perce les trous de rivets au foret, à un diamètre inférieur de 2 mm. à celui qu'ils doivent avoir définitivement. On désassemble alors les tôles et on procède à leur recuit dans un four à calotte mobile donnant une chaleur uniforme dans toutes ses parties, en entretoisant les plus sujettes à se déformer et en recouvrant les champs des tôles pour les protéger contre l'action trop directe du feu.

Le feu est conduit de façon à atteindre la température du rouge cerise clair au bout de 15 à 17 heures de chauffe. A ce moment, le feu est éteint et, afin d'empêcher la température de monter davantage, on soulève la calotte du four de quelques centimètres, pendant un temps suffisant pour que la couleur des tôles commence à s'assombrir, puis on ferme toutes les issues du four et on laisse le recuit se prolonger pendant quarante-huit heures environ. On défourne lentement; les déformations qui peuvent s'être produites pendant ce recuit sont rectifiées à l'aide d'une large chasse à parer après avoir fait chauffer les tôles au rouge sombre au moyen de bois ou de charbon de bois.

A la suite de ce recuit, la chaudière étant réassemblée, les trous sont alésés au diamètre définitif au moyen d'alésoirs ou de forets hélicoïdaux; ils doivent coïncider parfaitement. L'emploi du poinçon n'est toléré pour le découpage des ouvertures dans les tôles des chaudières que sous la réserve qu'il reste une bande de 10 mm. au moins entre les bords des trous de poinçon et le tracé définitif; cette bande de 10 mm. ne peut être enlevée qu'avec des outils tranchants.

Les rivets doivent avoir la forme indiquée pour chaque type sur l'autographie n° 425 donnée avec les dessins d'exécution; ils sont bouterollés extérieurement. Ces rivets, ainsi que les couvre-joints des rivures longitudinales et des rivures transversales, sont matés à l'intérieur et à l'extérieur de la chaudière.

Le matage ne doit pas laisser de traces de sillons sur les tôles.

La chaudière est essayée à chaud à la pression normale, avant le montage.

Cet essai est destiné à vérifier la bonne tenue des rivures, des tirants et entretoises du foyer, de la tubulure et des joints des pièces placées sur la chaudière. Si, pendant l'essai, un ou plusieurs tirants, entretoises ou tubes accusent une fuite constante, on doit les remplacer et recommencer l'essai. Il est bien entendu que cet essai à chaud ne remplace pas l'essai par pression hydraulique exigé par le décret du 30 avril 1880. Cette dernière épreuve doit être faite dans les ateliers du constructeur, par les soins et aux frais, risques et périls de ce dernier.

Foyer. — Le foyer est en cuivre rouge; il est rassemblé au moyen de rivets en fer dont les trous sont percés au foret.

La partie de la plaque tubulaire du foyer qui reçoit les tubes est parfaitement écrouie à froid avant le perçage.

Le cadre de porte du foyer et le cadre de boîte à feu sont en fer; ils sont dressés à la

machine sur les faces verticales intérieures et extérieures, de manière que les tôles de la boîte et du foyer s'appliquent exactement sur ces faces.

Tous les trous des rivets nécessaires à l'assemblage de ces cadres avec la boîte à feu et le foyer sont percés au foret.

Entretoises en cuivre. — Les entretoises en cuivre sont coupées dans des barres de 23 mm. de diamètre à une longueur égale à l'écartement extérieur des plaques qu'elles doivent réunir, augmenté de 20 mm.; elles sont bien dressées puis percées à la mèche, sur toute leur longueur, d'un trou bien centré de 6 mm. de diamètre; elles sont filetées ou taraudées par filières à couteaux coupants, sur toute leur longueur.

Les plaques à entretoises sont percées au foret, puis taraudées de manière qu'elles fassent pour ainsi dire partie d'un même écrou dont la partie correspondant à leur intervalle aurait été enlevée.

Les entretoises sont ensuite vissées sans aucun jeu et de manière que leurs extrémités dépassent de 10 mm. la surface des plaques; on les bouche par l'extérieur à l'aide d'un bouchon conique en fer de 6,5 mm. à 7 mm. de diamètre maximum; on les rive ensuite aux deux extrémités de manière à former des têtes exactement conformes aux dessins.

Tirants en acier. — Les tirants en acier sont percés sur toute leur longueur d'un trou bien rectiligne et bien centré de 6 mm. de diamètre.

Les extrémités renflées sont filetées de manière qu'elles fassent pour ainsi dire partie de la même vis et dont les filets seraient enlevés au tour sur toute la longueur du corps.

De même, les plaques à réunir sont percées au foret, puis taraudées de manière qu'elles fassent pour ainsi dire partie d'un même écrou dont la portion correspondant à leur intervalle aurait été enlevée.

Les tirants en acier sont fortement vissés dans les deux plaques.

En ce qui concerne les tirants verticaux, l'écrou intérieur porte à sa base une petite gorge dans laquelle le métal du ciel de foyer s'imprime, de manière que le serrage rende le joint bien étanche; il est fraisé à son sommet, et l'extrémité du tirant est légèrement écrasée au marteau, de manière à remplir la fraisure.

L'écrou extérieur de tous les tirants est muni d'une rondelle en cuivre rouge recuit, destinée à assurer l'étanchéité du joint par serrage.

Après la pose, les trous des tirants sont bouchés par l'extérieur à l'aide d'un bouchon conique en cuivre rouge de 6,5 mm. à 7 mm. de diamètre au maximum.

Voûtes en briques. — Les capsules en cuivre sur lesquelles reposent les sommiers d'appui de la voûte sont vissées dans les plaques du foyer avec un serrage très fort. Le montage de la voûte est fait avec soin.

Les briques composant un arceau sont choisies autant que possible de même longueur, et l'arceau formé en assortissant convenablement les briques et taillant à l'épaisseur exacte la brique de clé. L'arceau est alors démonté puis remonté avec du coulis légèrement humecté préparé en petite quantité et seulement au moment de l'emploi et placé en quantité telle qu'il n'en résulte pas un écartement sensible des briques sur les bords.

Plaque tubulaire de boîte à fumée. — La plaque tubulaire de boîte à fumée est en tôle d'acier.

Les trous recevant les tubes ont exactement la disposition et les dimensions indiquées par les dessins, sans aucune tolérance. Après le recuit de la plaque, ils sont percés cylindriques à 68 mm. de diamètre et ils sont ensuite fraisés, de manière à être évasés, du côté de la boîte à fumée, au diamètre de 68,8 mm. Les bords sont légèrement arrondis.

Plaque tubulaire du foyer. — La plaque tubulaire du foyer est en cuivre. Les trous recevant les tubes ont exactement la disposition et les dimensions indiquées par les dessins, sans aucune tolérance. Ils sont d'abord percés cylindriques à 63 mm. de dia-

mètre ; ils sont ensuite fraisés de manière à amener à 64 mm. leur diamètre du côté de l'extérieur sans les modifier du côté de l'intérieur de la chaudière. Les bords sont légèrement arrondis.

Tubes à fumée. — Les tubes à fumée sont à ailettes, en métal fondu ; ils ont un diamètre extérieur de 65 mm. et une épaisseur de 2,5 mm. Ils sont évasés à chaud du côté de la boîte à fumée de manière à avoir exactement les dimensions des trous de la plaque. Du côté de la boîte à feu, ils sont raboutés à l'aide d'un tube en cuivre rouge de 65 mm. de diamètre extérieur, de 3 mm. d'épaisseur et de 89 mm. de longueur.

Le raboutage se fait de la manière suivante :

On rétreint au diamètre de 63 mm. l'extrémité du tube en cuivre qui doit pénétrer dans la plaque du foyer, et on rabat, à l'autre extrémité, une collerette de 7,5 mm. de saillie ; on rétreint à chaud, sur une longueur de 45 mm., l'extrémité à rabouter du tube en acier, et on la fait entrer dans le bout du tube en cuivre muni de la collerette, après avoir fraisé et nettoyé les surfaces en contact ; on maintient l'assemblage au moyen d'une broche passée à l'intérieur des tubes, et on met tout l'ensemble dans une position verticale, le cuivre en bas, devant un four à chalumeau ; on place de la soudure dans le godet formé par la collerette et on chauffe jusqu'à ce que cette soudure soit bien fondue et ait bien pénétré entre les surfaces ; on enlève ensuite la collerette et l'excès de soudure à la fraise et à la meule, de manière à ramener à 65 mm. le diamètre extérieur du tube.

Après le raboutage, tous les tubes sont essayés à la presse hydraulique à une pression intérieure de 25 kg. par centimètre carré ; ceux qui présentent alors des traces de déformation, de crique ou de suintement, ne peuvent être employés.

Les deux extrémités des tubes sont recuites et soigneusement nettoyées avant leur mise en place. Les trous des plaques devant recevoir ces tubes, principalement ceux de la plaque de boîte à fumée, sont également nettoyés pour assurer un bon portage. Les tubes sont appliqués contre les parois des trous des plaques tubulaires à l'aide de l'appareil Boyer, rivés contre les plaques à l'aide d'un riveur automatique ou à la main, et enfin consolidés au moyen de viroles à chaque extrémité. Ces viroles ont un diamètre tel que, enfoncées à refus, elles dépassent les plaques de 6 à 8 mm. ; après l'essai à chaud, elles sont enfoncées de nouveau ; elles ne font plus alors saillie que de 3 à 4 mm. sur les plaques.

Viroles. — Les viroles d'assemblage sont en fer ou en acier doux ; elles doivent être tournées avec le plus grand soin, et avoir exactement la forme et les dimensions indiquées par les dessins.

Tuyaux en cuivre. — Les tuyaux en cuivre sont fabriqués sans soudure.

Balances. — La graduation des balances est établie de manière que, d'une division quelconque à la suivante, l'augmentation de tension soit constante et égale à 7,850 kg. On fait cette graduation en attachant successivement des poids croissants à la balance suspendue verticalement dans sa position normale ; le tableau ci-dessous indique les poids que l'on doit suspendre pour marquer les diverses divisons de la graduation.

DIVISIONS de l'échelle.	POIDS à suspendre.	DIVISIONS de l'échelle.	POIDS à suspendre.	DIVISIONS de l'échelle.	POIDS à suspendre.	DIVISIONS de l'échelle.	POIDS à suspendre.
	Kilogr.		Kilogr.		Kilogr.		Kilogr.
»	»	10	62,75	13	86,30	16	109,85
8	47,05	11	70,60	14	94,15	17	117,70
9	54,90	12	78,45	15	102,00	18	125,55

Frein à air comprimé. — Les tuyaux en fer pour conduites d'air sont fabriqués par recouvrement; ils sont essayés à la presse hydraulique sous une pression intérieure de 14 kg. par centimètre carré et doivent résister à cette pression sans aucune trace de déformation ni de suintement de liquide; ils doivent pouvoir être coudés à angle droit sans criques ni déchirures, de manière que le rayon intérieur du coude soit égal au diamètre intérieur du tuyau.

Les raccords à T des tuyaux sont forgés pleins et percés.

Les appareils du frein à air comprimé, une fois montés sur la machine, doivent être essayés, et, sous une pression de 10 kg. par centimètre carré, il n'est toléré aucune fuite dans les organes et les conduites.

Tous les organes et la timonerie du frein à air comprimé doivent fonctionner librement et sûrement.

Enveloppe, abri. — Les feuilles de laiton de l'enveloppe et les tôles verticales de l'abri sont planées avec soin, de manière qu'après le vernissage elles ne donnent lieu à aucun jeu de lumière, mais qu'elles présentent, au contraire, une uniformité de tons parfaite.

Peinture. — La peinture des locomotives comporte les opérations suivantes :

Assemblages. — Les faces en contact des pièces du châssis devant être rivées ensemble sont recouvertes, avant leur assemblage, d'une couche épaisse de peinture grasse au minium de plomb.

Avant le montage de la chaudière. Châssis-Mécanisme. — Un nettoyage à sec de toutes les parties intérieures du châssis; une couche de peinture au minium de plomb;

Un nettoyage à l'essence de toutes les parties extérieures du châssis et de toutes les pièces du mécanisme qui ne doivent pas rester brillantes; une couche de gris.

Chaudière. — Un nettoyage à l'essence, une couche de peinture au minium de plomb.

Après le montage complet de la locomotive. Châssis-Mécanisme. — Deux couches de noir brillant sur toutes les parties intérieures du châssis;

Deux enduits à la céruse avec masticage, deux couches de teinte, un réchampissage, deux couches de vernis sur toutes les faces extérieures du châssis et sur les pièces du mécanisme qui ne doivent pas rester brillantes.

Traverse d'avant. — Une couche de gris, deux enduits à la céruse avec masticage, deux couches de teinte, un réchampissage, inscription des lettres et des chiffres, une couche de vernis.

Traverse d'arrière. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, une couche de noir.

Tampons-Attelages. — Un nettoyage à l'essence, un enduit à la céruse avec masticage, deux couches de noir brillant.

Tablier. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, une couche de noir.

Abri. — Sur la face extérieure. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, une couche de *filling-up*, un enduit de mastic au vernis, une deuxième couche de filling-up, un deuxième enduit de mastic au vernis, un ponçage à l'eau, une couche de gris, un ponçage au papier de verre, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage, une couche de vernis à finir.

Sur la face intérieure. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, deux couches de noir brillant.

Couvre-roues. Face extérieure. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, une couche de filling-up, un enduit de mastic au vernis, une deuxième couche de filling-up, un deuxième enduit de mastic au vernis, un ponçage à l'eau, une couche de gris, un pon-

çage au papier de verre, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage, une couche de vernis à finir.

Sur la face intérieure. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, deux couches de noir brillant.

Essieux montés. Boîtes à huile. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris sur les axes et les centres, une couche de noir brillant sur les axes, deux couches de teinte sur les roues, deux couches de teinte sur les boîtes avec réchampissage et deux couches de vernis.

Ressorts. — Un nettoyage à l'essence, une couche de gris, un enduit à la céruse sur la face supérieure de la maîtresse-lame, un ponçage au papier de verre, deux couches de teinte, un réchampissage, deux couches de vernis sur les ressorts apparents.

Un nettoyage à sec, une couche de gris, deux couches de noir brillant sur les ressorts non apparents.

Enveloppe de la chaudière, du dôme, des cylindres, sablier. — Un nettoyage à l'essence, une couche de vernis coupé à l'essence, une couche de gris, deux couches de teinte, une couche de vernis à polir, un polissage, un réchampissage, une couche de vernis à finir.

Devant du foyer. — Un nettoyage à l'essence, deux enduits à la céruse avec masticage, deux couches de noir brillant.

Cheminée. Porte de boîte à fumée. — Un ponçage à l'essence, une couche de gris, deux enduits à la céruse avec masticage, deux couches de noir, une couche de vernis.

Dessous du foyer. Cendrier. — Un nettoyage à sec, deux couches de noir brillant.

Couleur des teintes. — Les couleurs des teintes employées sont les suivantes :

Vert brillant pour roues,	Noir brillant,
Vert dit de machine,	Rouge vermillon.
Noir mat,	

Les lettres et chiffres inscrits sur la traverse d'avant sont peints en blanc avec épaisseurs noires.

Les réchampissages sont formés d'une bande noire avec filet blanc sur la traverse d'avant, avec filet rouge sur les autres parties de la locomotive.

Les teintes, lettres, chiffres, réchampissages sont d'ailleurs conformes aux spécimens remis par la Compagnie au constructeur et appliqués d'après les indications portées sur un état annexé à la nomenclature des pièces.

Parties devant rester brillantes. — Toutes les pièces ou parties de pièces du mécanisme qui doivent être polies et rester brillantes, sont indiquées sur un état annexé à la nomenclature des pièces; elles doivent être recouvertes d'une couche d'un mélange de céruse et de graisse pour les préserver de l'oxydation.

Provenance des objets fabriqués. Art. 9. — Les objets fabriqués et les pièces de détail nécessaires pour la fabrication des objets commandés ne peuvent provenir que des usines spécialement agréées par l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie *P.-L.-M.*

Objets brevetés. Art. 10. — Le constructeur garantit la Compagnie contre toutes les réclamations de porteurs de brevets relatifs à la forme ou à la fabrication des pièces entrant dans la construction des locomotives. Il est chargé de se pourvoir, s'il y a lieu, auprès des porteurs de brevets d'invention pour en obtenir les autorisations nécessaires et leur payer, sans répétition contre la Compagnie, tous droits et redevances légitimement

dus. Toutefois, la Compagnie se charge elle-même de régler les droits relatifs aux brevets des boîtes à huile à trois coussinets du système Raymond et Henrard, des lubrifieurs Drevdal et des organes du frein à air comprimé.

Surveillance des travaux. ART. 11. — La Compagnie se réserve le droit de faire surveiller les travaux par un ou plusieurs agents de son choix; le constructeur est tenu de prévenir l'ingénieur de la Compagnie chargé du contrôle des travaux extérieurs du jour où commence la préparation des matières ou la fabrication des pièces, afin qu'il puisse faire suivre les travaux. Les agents de la Compagnie ont, à cet effet, la libre entrée des ateliers du constructeur ou des autres ateliers dans lesquels s'exécutent les travaux de détail ou d'ensemble; tous les dessins remis par la Compagnie au constructeur sont tenus par celui-ci à la disposition des contrôleurs. Ces agents peuvent surveiller la fabrication et procéder à toutes les épreuves et expériences qui leur paraissent nécessaires pour s'assurer de la bonne qualité des matières et de la bonne exécution des pièces. Ils peuvent faire rejeter toutes celles dont la qualité ou l'exécution serait vicieuse. L'exercice de ce droit de surveillance ne peut, en aucune façon, dispenser le constructeur des réceptions provisoire et définitive.

Le constructeur doit établir à ses frais, sur les indications des ingénieurs de la Compagnie, les appareils et gabarits nécessaires pour faire, sur les matières et les pièces, les épreuves et vérifications dont il vient d'être parlé.

Les pièces reçues sont poinçonnées à la marque de la Compagnie *P.-L.-M.* Les pièces rebutées, à un moment quelconque de la fabrication, sont poinçonnées d'une marque spéciale indélébile et mises de côté pour être représentées aux agents de la Compagnie à leur première réquisition, à moins que le constructeur ne préfère les faire casser immédiatement en présence de ces agents.

Le contrôle à l'usine, les épreuves et autres précautions prescrites ou à prescrire ne diminuent en rien la responsabilité du constructeur.

Epoques des livraisons. ART. 12. — Les époques des livraisons mensuelles sont fixées par la soumission; les fournitures mensuelles doivent être réparties uniformément dans le cours de chaque mois. Le constructeur est invité à se bien rendre compte, à la réception de la soumission, des époques de livraison qui sont indiquées; l'acceptation de la soumission emporte l'acceptation des délais de livraison.

Les injecteurs Sellers, les lubrifieurs Drevdal et les pièces de frein et d'intercommunication pneumatique désignés à l'article 6, comme devant être livrés par la Compagnie, sont mis par la Compagnie à la disposition du constructeur un mois avant les époques fixées pour les livraisons des locomotives.

Lieu de livraison. ART. 13. — Les locomotives complètes, prêtes à être mises en service, sont livrées à la Compagnie *P.-L.-M.*, sur ses voies, dans une de ses gares au choix du constructeur; les pièces et appareils à fournir par elle sont livrés au constructeur, chargés en wagons dans la même gare.

Transports. — L'expédition et le transport des locomotives complètes et prêtes à être mises en service, depuis les ateliers du constructeur jusqu'au lieu de livraison, sont effectués par les soins, aux frais, risques et périls du constructeur; ce transport comprend celui des pièces et appareils fournis par la Compagnie *P.-L.-M.*

L'expédition et le transport des locomotives complètes, depuis le lieu de livraison jusqu'au lieu d'emploi ou de dépôt, sont exécutés par les soins de la Compagnie *P.-L.-M.*

Réception provisoire. ART. 14. — La réception provisoire des machines locomotives a lieu, lors de leur livraison sur les voies de la Compagnie *P.-L.-M.*, par les soins de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction ou de son représentant, et en présence du constructeur ou de son représentant; elle comprend les essais en marche et le pesage de la machine.

Essais en marche. — Chaque locomotive est mise en marche à différentes vitesses, seule ou attelée à un train ; les essais sont répétés autant de fois qu'il est jugé nécessaire par l'ingénieur en chef ou son représentant pour bien juger du fonctionnement de tous les organes; ils sont à la charge de la Compagnie *P.-L.-M.*, mais toutes les réparations qui seraient le résultat de la mauvaise qualité des matières ou de la mauvaise exécution des pièces sont à la charge du constructeur.

Pesage. — Quand les essais en marche ont bien réussi et sont terminés, la locomotive est vidée, nettoyée et pesée. Si son poids net est inférieur à 99 0/0 du poids normal fixé comme il est dit à l'article 5, la locomotive est refusée; s'il est compris entre 99 et 101 0/0 de ce poids normal, la locomotive est acceptée et le poids à payer au constructeur est égal au poids net diminué du poids des pièces fournies par la Compagnie *P.-L.-M.*; s'il est supérieur à 101 0/0 du même poids normal, la locomotive peut encore être acceptée, mais l'excédent n'est pas payé au constructeur et le poids à payer est égal à 101 0/0 du poids normal seulement, moins le poids des pièces livrées par la Compagnie *P.-L.-M.*

Réception définitive. Art. 15. — La réception définitive a lieu après que les machines locomotives ont fourni, en service ordinaire, un parcours de 30 000 km. Ce parcours, sauf le cas de force majeure, doit être effectué, autant que possible, dans un délai de 15 mois après la réception provisoire.

Pendant cette période de garantie, la Compagnie *P.-L.-M.* ne doit supporter que les frais ordinaires d'entretien.

Les modifications et réparations qui résulteraient, soit de la mauvaise qualité des matières, soit d'une exécution ou de dispositions vicieuses, restent à la charge du constructeur. Ces modifications et réparations sont exécutées par la Compagnie *P.-L.-M.*, dans ses ateliers, aux frais du constructeur.

Payements. Art. 16. — Les payements sont effectués de la manière suivante, sauf déduction, s'il y a lieu, des sommes dues par le constructeur pour retards ou rebuts :

9 dixièmes de la valeur des locomotives complètes reçues provisoirement, dans le courant du mois qui suit celui de la réception provisoire; et le dernier dixième dans le courant du mois qui suit celui de la réception définitive des mêmes locomotives.

Les payements ont lieu à Paris, au siège de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Interdiction de céder. Art. 17. — Il est formellement interdit au constructeur de céder à un autre Constructeur ou de faire exécuter dans d'autres ateliers que les siens, une partie quelconque des locomotives à fournir, à moins du consentement exprès et écrit de l'ingénieur en chef de la Compagnie *P.-L.-M.*

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

MATÉRIEL ET TRACTION

CAHIER DES CHARGES

POUR LA FOURNITURE DE

10 LOCOMOTIVES A VOYAGEURS ET DE 10 TENDERS[1]

Numéros 77 *à* 86.

ART. PREMIER. **Objet du Cahier des charges.** — Le présent Cahier des charges a pour objet la fourniture de dix locomotives à voyageurs à quatre roues accouplées et de dix tenders à six roues, complètement achevés, montés et peints, munis des appareils de frein continu système Wenger et prêts à entrer en service.

ARTICLE 2. **Prescriptions générales.** — Pour l'exécution de ces locomotives et tenders, les constructeurs devront se conformer rigoureusement aux plans d'ensemble et de détails approuvés par l'ingénieur en chef du matériel et de la traction, ainsi qu'aux prescriptions du présent Cahier des charges et à celles des Cahiers des charges spéciaux annexés à celui-ci et correspondant à la fourniture des matières ou pièces désignées ci-dessous :

1° Fers de forge, fers laminés et profilés ;
2° Tôles de fer ;
3° Aciers de forge et aciers laminés et profilés ;
4° Essieux droits en acier pour locomotives et tenders ;
5° Bandages pour locomotives et tenders ;
6° Aciers à ressorts ;
7° Tôles et longerons en acier ;
8° Pièces en acier moulé ;
9° Pièces en fonte ;
10° Cylindres en fonte pour segments de pistons ;
11° Pièces en cuivre rouge ;
12° Tubes à fumée en laiton raboutés en cuivre rouge ;
13° Boulons, écrous, vis, goujons d'articulation et autres pièces analogues ;
14° Ferrures diverses pour locomotives, tenders, voitures, wagons, etc. ;
15° Objets en caoutchouc vulcanisé, en gutta-percha et caoutchouc pur ;
16° Tampons graisseurs pour boîtes à huile.

Les constructeurs devront également se conformer rigoureusement aux calibres et gabarits nécessaires, exécutés par eux-mêmes ou par la Compagnie d'Orléans. Tous ces calibres et gabarits seront confectionnés aux frais des constructeurs.

S'il existait quelque omission dans les plans fournis ou dans les indications des Cahiers des charges, les constructeurs devraient y suppléer avec l'assentiment de la Compagnie, sans que cela puisse donner lieu à aucune réclamation d'augmentation de prix.

Les constructeurs devront aussi, avant de commencer l'exécution, vérifier tous les dessins d'ensemble et de détails et tous les calibres et gabarits pour s'assurer qu'il n'existe pas d'erreurs dans les dispositions ou dans les cotes des dessins ou dans les dimensions des calibres et gabarits.

[1] Représentées dans leur ensemble figures 22, 23, 943, et Pl. III.

La Compagnie se réserve le droit d'exiger, pour les locomotives et les tenders non encore livrés, toutes les modifications aux plans primitifs qui lui paraîtront convenables, sauf règlement entre les parties des différences de prix qui pourraient en résulter en plus ou en moins.

L'exécution des pièces, l'assemblage et le montage devront être parfaits sous tous les rapports.

Les locomotives et les tenders seront exactement semblables dans toutes leurs parties, de manière que chaque pièce puisse s'adapter indistinctement à toutes les locomotives et à tous les tenders.

Tous les pas de vis seront pris dans la série adoptée par la Compagnie d'Orléans, qui fournira, au besoin, aux constructeurs, à leurs frais, les tarauds-mères pour la fabrication des coussinets de filières et des tarauds. Il ne sera accordé aucune tolérance relativement aux pas de vis.

Tous les modèles de pièces fondues seront confectionnés par les constructeurs et à leurs frais.

Toutes les pièces démontables et semblables entrant dans la construction d'une locomotive et d'un tender seront poinçonnées du numéro de cette locomotive ou de ce tender, suivi de la lettre D ou G, selon que ces pièces seront situées du côté droit ou du côté gauche de la locomotive ou du tender.

Les constructeurs devront soumettre à l'acceptation de la Compagnie la liste des fournisseurs auxquels ils ont l'intention de s'adresser pour l'achat des matériaux et des pièces fabriquées, sans toutefois que cette approbation ait pour effet de dégager la responsabilité des constructeurs ; ces matériaux et pièces fabriqués pourront être acceptés et poinçonnés, s'il y a lieu, dans les usines, par les agents de la Compagnie qui auront le droit de refuser ceux qui ne leur paraîtraient pas donner satisfaction et de poinçonner toutes les pièces reçues ou refusées.

Matériaux. — Tous les matériaux employés à la construction des locomotives et des tenders seront de la qualité indiquée et de premier choix.

Toutes les pièces de forge seront parfaitement soudées, sans criques, pailles ou autres défauts.

Aucune soudure ne devra être faite par encollage.

Toutes les pièces forgées seront recuites au rouge cerise dans un four et refroidies lentement à l'abri du contact de l'air.

Les pièces devant être cémentées et trempées seront en métal de qualité très homogène ; la cémentation devra pénétrer à 1 mm. au moins de la surface extérieure et la trempe devra donner aux pièces une dureté telle, qu'avec une lime de première qualité on ne puisse entamer aucun des points de la surface ; ces pièces sont indiquées par les dessins ; elles devront être rectifiées à la machine après la trempe.

Tous les lingots destinés à la fabrication des pièces en acier seront suffisamment affranchis pour ne pas renfermer de soufflures.

Toutes les tôles d'acier qui auront été embouties seront recuites au moyen d'un réchauffage au rouge cerise dans un four, suivi d'un refroidissement lent.

Toutes les fontes, excepté celles des cylindres dont les conditions seront fixées à l'article « cylindres », seront de deuxième fusion, grises, douces, tenaces, sans soufflures, gouttes froides ou autres défauts. Aucune pièce de fonte ne pourra être réparée par soudure sans l'autorisation préalable de la Compagnie.

Les pièces en fonte malléable devront subir un recuit suffisamment prolongé pour que leur cassure indique la transformation de toute leur matière en fonte malléable de bonne qualité.

Tous les cuivres seront de la qualité indiquée, très malléables et bien homogènes.

Indépendamment des épreuves mentionnées à l'article 4 ci-après, les matières à employer seront soumises aux épreuves spécifiées par les Cahiers des charges. Les qualités de ces matières et leurs numéros de catégorie sont indiqués dans les Cahiers des

charges spéciaux et dans les nomenclatures suivantes, à la suite des pièces qu'elles doivent servir à confectionner.

Les barreaux de grilles, sommiers de jette-feu, etc., seront en fer commun du numéro de catégorie P. O. 1.

Les centres de roues, les supports de chaudières, de foyer, de grille, d'arbre de jette-feu, de numéros, de tuyaux, de rotules; les ferrures de porte, de gueulard, de clapet d'air, de cheminée, de purgeurs, de cendrier, de boîte à fumée, de mouvement d'échappement, de garniture de chaudière, d'abri, de sablière, de coffres, de poches et de paniers d'introduction d'eau; les cadres de renfort de dôme, de gueulard, de porte, de bas de foyer; les arbres de jette-feu; les tringles diverses; les mains courantes; les brides de tuyaux; les grilles de boîte à fumée; les entretoises d'écartement des longerons et des chasse-pierres; les tampons; les porte-outils; les colonnes de rampes; les marchepieds; les boîtes à huile; les plateaux de boîte à vapeur, etc., seront en fer corroyé du numéro de catégorie P. O. 2.

Les boulons, goujons, vis, écrous et rondelles; les pièces de forge de chaudière non désignées ci-dessus; les petites pièces de forge; les contre-plaques; les pièces du mécanisme de suspension, d'attelage, de frein, de changement de marche; les clés à rochets d'attelage; les ferrures de jette-feu, de soupapes, de balance, de régulateur; les autoclaves; les plateaux de soupapes; les tiges, coins de serrage et plans inclinés de boîtes; les chasse-pierres; les entretoises des glissières des boîtes; les supports de glissières et en général toutes les pièces devant être cémentées et trempées, etc., seront en fer supérieur du numéro de catégorie P. O. 3.

Les fers profilés de boîte à fumée, de cheminée, de garniture de châssis, de rampe, d'abri, de coffres, etc., seront en fer corroyé du numéro de catégorie P. O. 2.

Les fers profilés ou plats de chaudière, de supports de chaudière, d'entretoises, de longerons, d'attelage, de caisse à eau, etc., seront en fer supérieur du numéro de catégorie P. O. 3.

Les tôles de fer de cheminée, de boîte à fumée, d'abri, de couvre-roues, etc., seront de la qualité puddlée et du numéro catégorie P. O. 1.

Les tôles de fer d'enveloppe, de cendrier, de portes, de tablier, de coffres; les tôles de châssis non embouties; les tôles cylindriques de réservoir d'air; les tôles cintrées d'abri, etc., seront de la qualité corroyée et du numéro de catégorie P. O. 2.

Les tôles de fer de renfort de dôme, d'autoclaves de corps cylindrique, de caisses à eau, de tuyaux de communication des dômes, etc., seront de la qualité fine et du numéro de catégorie P. O. 3.

Les tôles de fer embouties; celles d'embase de cheminée, de marchepieds, etc., seront de la qualité fine supérieure (qualité au bois) et du numéro de catégorie P. O. 4.

Les pistons; les rivets; etc., seront en acier extra-doux du numéro de catégorie P. O. 1.

Les axes d'articulation; les crosses de pistons; les aciers laminés et profilés, etc., seront en acier très doux et du numéro de catégorie P. O. 2.

Les pièces de forge en acier, les bielles, les essieux, les manivelles, les tourillons, les fermes et tirants de fermes, les tiges de pistons et de tiroirs, les vis de changement de marche, les écrous de tendeurs, les goupilles tournées et plates, etc., seront en acier doux du numéro de catégorie P. O. 3.

Les glissières de crosses de pistons, les cales et clavettes, etc., seront en acier demi-dur du numéro de catégorie P. O. 5.

Les ressorts à lames, ceux en spirale et les ressorts à disque creux seront en acier extra-dur de qualité supérieure, donnant, dans les épreuves par flexion, un allongement élastique de 0,007 m. en moyenne et de 0,0065 m. au minimum.

Les ressorts de balance et de soupape à charge directe et les petits ressorts seront en acier extra-dur, donnant, dans les épreuves par flexion, un allongement élastique de 0,0075 m. en moyenne et de 0,007 m. au minimum et donnant au moins, dans les épreuves par traction faites sur des éprouvettes de 200 mm. de longueur entre repères, une résis-

tance à la rupture de 100 kg. par millimètre carré de section avec un allongement de 8 à 10 0/0 et, de plus, une diminution de section à l'endroit de la rupture ou striction de 20 0/0.

Les tôles d'acier autres que celles désignées ci-dessous seront de la qualité extra-doux et du numéro de catégorie P. O. 1.

Les tôles d'acier de chaudières seront de la qualité très doux et du numéro de catégorie P. O. 2.

Les longerons et longeronnets sont en tôle d'acier doux et du numéro de catégorie P. O. 3.

Pour certaines pièces d'attelage et les ressorts, les conditions spéciales d'essai sont indiquées aux paragraphes suivants concernant spécialement ces diverses pièces.

LOCOMOTIVES

ART. 3. **Prescriptions de détail.** *Description sommaire.* — Les locomotives seront à quatre roues accouplées de 2,040 m. de diamètre au cercle de roulement, avec une paire de roues de support à l'avant et une à l'arrière ; elles seront timbrées à 15 kg. et auront un détendeur de vapeur de 15 à 10 kg. ; leurs roues, leurs cylindres avec les boîtes à tiroir et le mécanisme, seront placés à l'extérieur des longerons.

Le mécanisme de distribution sera du système à coulisse de Gooch.

Le foyer sera du système Ten Brinck avec bouilleur en cuivre rouge et ciel armaturé par des fermes placées dans le sens longitudinal.

L'alimentation de la chaudière se fera au moyen de deux injecteurs de 9 mm., du type de la Compagnie et placés l'un à droite en dessous du tablier et l'autre à gauche en dessus du tablier.

Les boîtes d'avant et celles d'arrière auront des plans inclinés.

Le frein continu sera du système Wenger avec deux cylindres pour le tender ; une conduite de communication pour l'avant de la machine et des tuyaux d'accouplement à l'avant de la locomotive et à l'arrière du tender.

Chaque locomotive sera pourvue :

De deux dômes avec tuyau extérieur de communication ;

D'un abri avec face d'avant et faces latérales en tôle et garni de deux vitrages ;

D'une sablière à vapeur, système Gresham et Craven ;

D'un indicateur de vitesse, système Hausshaelter ;

D'un cendrier fermé avec portes d'avant et d'arrière à charnières, fond démontable et tringles articulées ;

D'un souffleur avec mécanisme et tuyauterie ;

D'un robinet de prise de vapeur spécial ;

De robinets avec vis extérieure, système Pile et garnitures métalliques ;

D'une plaque porte-tubes de 30 mm. d'épaisseur en cuivre rouge ;

D'une cheminée à charnière ;

D'un système de robinets avec raccords et tuyaux pour la marche à contre-vapeur ;

D'un robinet de vidange de chaudière ;

D'autoclaves et de bouchons de lavage ;

De purgeurs ;

De tous les appareils de sûreté et d'observation prescrits par les Ordonnances et les Règlements de police ;

De deux soupapes à charge directe ;

De plaque en laiton portant le numéro de la machine, les initiales P. O., le nom du constructeur et l'année de la livraison ;

D'un cadre destiné à recevoir les noms du machiniste et du chauffeur ;

De deux rotules en bronze avec supports en fer ;

D'un appareil d'injection d'eau dans le cendrier;
D'un appareil d'arrosage du combustible;
D'une boîte centrale de prise de vapeur;
De graisseurs Schober;
D'un graisseur Drevdal-Mollrup;
D'un accouplement métallique horizontal de frein continu;
D'une trappe à coulisse pour vider la boîte à fumée;
D'un support de lanterne d'éclairage de la plate-forme d'arrière avec lanterne fournie et mise en place par le constructeur;
D'un protecteur de niveau d'eau;
D'une traverse d'avant et d'une traverse d'arrière en métal;
De deux porte-lanternes;
Et enfin de tous les appareils indiqués aux dessins et de tous les accessoires reconnus nécessaires pour le complet fonctionnement de la machine.

Chaudière. — Le corps cylindrique aura 1,250 m. de diamètre moyen et 4,957 m. de longueur entre les plaques tubulaires; il se composera de trois viroles en acier de 16 mm. d'épaisseur. Ces viroles seront formées chacune d'une seule tôle et leurs rivures horizontales et verticales seront à deux rangées de rivets.

L'enveloppe de boîte à feu sera formée d'une tôle d'acier de 16 mm. d'épaisseur et de même diamètre que celle du corps cylindrique à laquelle elle sera reliée par une rivure à deux rangées de rivets.

Les tôles embouties d'avant et d'arrière de l'enveloppe de boîte à feu seront en acier et auront 16,5 mm. d'épaisseur.

La plaque tubulaire de boîte à fumée sera en tôle d'acier de 25 mm. d'épaisseur; elle sera fixée au corps cylindrique de la chaudière au moyen d'une cornière alésée et tournée. Le bord de la plaque tubulaire sera replié d'équerre pour recevoir la tôle du pourtour de la boîte à fumée.

Les dômes seront en acier avec embase séparée en acier; le diamètre intérieur du dôme d'avant sera de 0,900 m. et celui d'arrière de 0,750 m.

La partie cylindrique du dôme d'avant aura 12 mm. d'épaisseur et la calotte 13 mm. d'épaisseur.

La partie cylindrique du dôme d'arrière aura 10 mm. d'épaisseur et la calotte 11 mm. d'épaisseur.

Les embases seront embouties sans soudure ni rivure et auront 18 mm. d'épaisseur.

Les dômes seront mis en communication par un tube en fer de 0,150 m. de diamètre extérieur et 5 mm. d'épaisseur. Ce tube sera soudé par recouvrement et d'une seule pièce. Il devra pouvoir supporter une pression hydraulique intérieure de 21 kg. par centimètre carré, sans suintement ni aucune trace d'altération. Il sera réuni aux dômes par deux brides en cuivre rouge rivées sur le tube et sur les dômes. Une brasure sera faite sur le bord extérieur des brides pour assurer la complète étanchéité.

Les tôles entrant dans la construction des chaudières seront de première qualité et sans aucun défaut; chacune d'elles sera essayée et devra, sous peine de refus, satisfaire aux conditions de résistance, d'allongement et de striction indiquées. Aucune de ces tôles ne pourra être mise en œuvre avant d'avoir été recue et poinçonnée par les agents de la Compagnie.

La plaque porte-tubes sera en cuivre rouge de la qualité indiquée, elle aura 30 mm. d'épaisseur.

L'enveloppe de la boîte à fumée sera formée d'une tôle puddlée de premier choix, de 6 mm. d'épaisseur.

La plaque d'avant de la boîte à fumée sera en fer puddlé et aura 6 mm. d'épaisseur.

Les ferrures de porte de boîte à fumée seront polies.

La boîte à fumée sera pourvue à la partie inférieure d'une trémie avec trappe à coulisse

se manœuvrant de l'avant de la machine et d'une grille placée à la partie supérieure un peu au-dessus des tubes. Les barreaux de cette grille seront espacés de 10 mm. au maximum.

Les rivets de la chaudière seront en acier extra-doux de première qualité; ils auront en place 25 mm. de diamètre et seront à 38 mm. du bord pour les rivures du corps cylindrique. Ils seront à tête hémisphérique et rivés à la riveuse hydraulique; leurs têtes seront matées à l'intérieur ainsi qu'à l'extérieur s'il y a lieu.

L'ajustage des tôles de la chaudière et de toutes les pinces sera fait avec le plus grand soin. Tous les trous de rivets du même assemblage devront se juxtaposer exactement avant la rivure. Ils seront percés au foret et non poinçonnés.

Les chaudières seront essayées, d'abord à froid à la presse hydraulique à 21 kg. de pression effective, puis ensuite, à chaud, à la pression normale du timbre, avant le montage du mécanisme, mais après la pose de toutes les pièces fixées directement à la chaudière.

Foyer (fig. 349). — Les plaques d'avant, d'arrière et d'enveloppe du foyer seront en cuivre rouge ainsi que les calottes, enveloppe et tubulures du bouilleur.

Toutes les plaques du foyer et du bouilleur seront écrouies au marteau. Cet écrouissage devra diminuer l'épaisseur de 1 15e environ. La plaque tubulaire aura, après écrouissage, 35 mm. d'épaisseur dans la partie qui reçoit les tubes et les premières rangées d'entretoises au-dessous des tubes et 18 mm. dans la partie inférieure. La plaque d'arrière et la plaque d'enveloppe écrouies auront 18 mm. d'épaisseur.

Le bouilleur et ses tubulures seront confectionnés et montés par les constructeurs.

Les brides et les tubulures du bouilleur, ainsi que les brides de communication des dômes, seront en cuivre rouge pur ou en cuivre rouge du titre n° 5; elles seront rivées et brasées sur les tuyaux.

Les rivets du foyer, les rivets et les vis d'assemblage du bouilleur seront en cuivre rouge de première qualité. Les rivets du foyer auront 25 mm. de diamètre et ceux du bouilleur auront 23 millimètres; ils seront recuits et seront rivés à froid.

Les vis de fixation des tubulures seront en fer.

Les entretoises seront en cuivre rouge de la qualité indiquée et les barres servant à les faire devront, après laminage à un millimètre en plus, recevoir un seul étirage. Ces entretoises ne seront pas recuites. Elles auront 28 mm. de diamètre à l'exception de celles de la première rangée verticale d'avant et d'arrière des deux faces latérales qui auront 30 mm. de diamètre, ainsi que plusieurs autres suivant les indications des dessins.

Les entretoises seront percées dans leur axe et dans toute leur longueur d'un trou de 6 mm. de diamètre. Ce trou sera percé sur le tour. On le bouchera à l'intérieur du foyer par le matage, en rivant la tête des entretoises, et on le débouchera avec soin dans les têtes du côté extérieur de la boîte à feu, après la rivure. Les espacements des entretoises seront exactement conformes aux cotes des dessins ainsi que les dimensions de leurs têtes.

Les entretoises débouchant sous des supports ou autres pièces appliquées sur l'enveloppe de la boîte à feu devront être démasquées au moyen de trous percés dans les pièces qui les recouvrent, de manière qu'on puisse toujours les visiter.

Les dimensions des plaques en cuivre rouge du foyer, et surtout leurs épaisseurs, seront rigoureusement conformes aux indications des dessins.

Le ciel du foyer sera consolidé par neuf traverses en acier doux dont les extrémités seront ajustées avec soin. Cinq de ces traverses seront reliées par des tirants au dôme d'arrière.

Les vis en fer qui relient le ciel du foyer aux fermes seront percées, comme les entretoises, d'un trou fait sur le tour, de 4 mm. de diamètre et d'une profondeur de 50 mm.

Les vis en fer fixant les tirants qui relient la plaque tubulaire du foyer au corps cylindrique seront percées comme les précédentes d'un trou fait sur le tour, de 4 mm. de diamètre et d'une profondeur de 70 mm.

Le cadre en fer du bas de la boîte à feu et ceux de la face arrière seront rabotés et

dressés sur celles de leurs faces qui s'ajustent sur les tôles. Les pinces des plaques en cuivre et celles des tôles devront être amincies sur toute la longueur en contact avec les cadres et ajustées avec le plus grand soin. Tous les trous des rivets nécessaires à l'assemblage de ces cadres avec la boîte à feu et avec son enveloppe seront percés au foret.

Les champs des tôles de la chaudière seront tous matés à l'intérieur et à l'extérieur.

Les plombs de sûreté seront étamés pour assurer la parfaite adhérence du plomb, lequel devra être pur.

Tubes de fumée. — Les tubes de fumée, au nombre de 171 par machine, seront en laiton de première qualité étiré sans soudure et seront raboutés en cuivre rouge; ils auront 5,032 m. environ de longueur avant d'être rivés, 0,048 m. de diamètre extérieur et 2 3/4 mm. d'épaisseur. Ils devront peser au moins 16,660 kg. et au plus 17,160 kg. L'extrémité du tube qui entre dans les plaques tubulaires du foyer aura 47 mm. de diamètre extérieur en place et celle qui pénètre dans la plaque tubulaire de la boîte à fumée sera mandrinée à 50 mm.

Les tubes seront disposés conformément aux dessins. Ils seront fixés dans les plaques tubulaires au moyen de rivures faites avec des outils spéciaux, après mandrinage.

Soupapes de sûreté. — Deux soupapes de sûreté à balance avec siège de bronze, seront placées sur un plateau en fer formant trou d'homme et fixé par des goujons sur le dôme de prise de vapeur; les surfaces du joint sur le plateau et la calotte du dôme seront tournées et ajustées.

Les sièges auront 110 mm. de diamètre intérieur très exactement et présenteront une surface annulaire de contact de 2 mm. de largeur.

Les balances seront à triple ressort à boudin pouvant fournir une course de 25 mm. par kilogramme de pression et conformes au type adopté par la Compagnie.

Deux soupapes supplémentaires à charge directe (fig. 825), dont les sièges auront 80 mm. de diamètre intérieur et une surface annulaire de 2 mm. de largeur, seront placées sur une tubulure en bronze fixée sur le côté gauche du dôme d'arrière, leur ressort devra supporter, sans prendre d'allongement permanent, une charge correspondant à une fois et demie la pression indiquée par le timbre de la chaudière.

Supports de chaudière. — La chaudière sera fixée au châssis par dix supports en fer dont quatre sur la boîte à feu et six sur le corps cylindrique de la chaudière. Ces supports seront disposés de manière à glisser sur les longerons au moyen de cales rapportées sous l'influence de la dilatation et seront ajustés à cet effet avec le plus grand soin.

En outre des supports mentionnés ci-dessus, la chaudière sera supportée à l'avant à l'endroit de la boîte à fumée, par les longerons auxquels elle sera boulonnée.

Cheminée. — La cheminée, conique, sera composée de deux tôles, l'une formant embase de 6 mm. d'épaisseur, l'autre de 4 mm. d'épaisseur. L'embase sera boulonnée sur la boîte à fumée. Toutes les rivures de la cheminée seront fraisées intérieurement pour ne présenter aucune saillie. La cheminée sera munie d'un paravent et d'un capuchon avec tringle de manœuvre et sera disposée avec charnière permettant de la rabattre vers l'arrière.

Échappement. — La tuyère d'échappement devra être placée avec beaucoup d'exactitude, de manière que son axe se confonde avec celui de la cheminée.

Châssis. — Le châssis sera formé de deux longerons en acier reliés à l'avant et à l'arrière par des traverses en tôles et cornières.

Les longerons seront parfaitement dressés notamment aux endroits des guides de boîtes des supports et des cylindres.

Deux chasse-pierres en fer forgé seront fixés à l'avant des longerons.

Cylindres (fig. 462). — Les cylindres à vapeur auront 0,440 m. de diamètre intérieur. Ils seront en fonte de première qualité lingotée, c'est-à-dire de troisième fusion.

La qualité de cette fonte sera constatée par des essais de dureté, de traction et de flexion faits pour chaque cylindre.

L'essai de dureté sera fait sur un témoin venu de fonte à cet effet dans la boîte à vapeur et détaché avant de commencer le traçage.

La dureté de la fonte devra être telle qu'une charge de 6 000 kg. soit nécessaire pour y faire pénétrer de 5 mm. un poinçon conique dont le type pourra être fourni aux constructeurs, à leurs frais.

Les essais de traction et de flexion seront faits chacun sur deux barreaux venus de fonte à la partie inférieure de la masselotte et détachés au marteau de telle sorte que les cassures puissent se raccorder.

Les deux barreaux essayés à la traction devront donner au minimum une résistance de 18 kg. par millimètre de section, après avoir été tournés au diamètre de 20 mm. sur 100 mm. de longueur entre repères. Ils seront fondus au diamètre de 40 mm. et auront 200 mm. de longueur totale.

Les deux barreaux essayés bruts à la flexion auront 40 mm. d'équarrissage et 230 mm. de longueur; ils devront supporter sans se rompre une charge de 5 000 kg. appliquée au milieu de leur longueur pour une distance de 200 mm. entre les points d'appui.

Les cylindres devront être moulés avec soin et seront parfaitement ébarbés au burin et à la lime; leur métal devra être bien homogène, sans soufflures, gouttes froides ou autres défauts; ils devront être démoulés après refroidissement de manière à n'avoir aucune trempe superficielle.

Ils devront, y compris la boîte à vapeur, pouvoir supporter sans fuite, étant finis, une pression hydraulique effective de 16 kg. par centimètre carré.

Leurs tables de tiroirs devront être d'une grande homogénéité afin de présenter, après rodage, un poli parfait, sans grains durs ni soufflures.

La position des orifices débouchant dans les cylindres devra être exactement conforme aux cotes des dessins, afin d'éviter que les segments des pistons ne puissent s'y engager.

Chaque cylindre devra porter, venus de fonte, suivant les indications des dessins, le nom du constructeur, le mois et l'année de la livraison, un numéro d'ordre de fonderie et les marques de la Compagnie.

La partie saillante du cylindre encastrée dans le longeron devra être ajustée au rouge avec ce dernier sur tout le pourtour avec la plus grande précision, et emmanchée à force.

Les boulons fixant les cylindres aux longerons seront emmanchés à force et sans jeu dans les trous qui devront être alésés simultanément dans les deux pièces.

Les garnitures de tiges de pistons et de tiroirs seront métalliques, suivant dessins.

Tiroirs (fig. 546). — Les tiroirs à alvéoles seront en bronze du titre n° 3. Ils seront dressés sur leur pourtour et rodés sur les tables d'orifices. Tous les alvéoles seront remplis d'alliage blanc titre D.

Tuyaux. — Les tuyaux de prise de vapeur auront 115 mm. de diamètre intérieur et 4 mm. d'épaisseur. Ceux d'échappement auront 150 mm. de diamètre intérieur et 4 mm. d'épaisseur. Ils seront en cuivre rouge étiré sans soudure.

Régulateur. — Le régulateur sera à double tiroir pour faciliter le démarrage. La tête, les tubulures et le corps du détendeur seront en fonte saine, sans soufflures. Les tiroirs en bronze seront rodés après le rabotage. Le pourtour des orifices sera ébarbé et adouci pour enlever la croûte.

Détendeur (fig. 856 *bis*). — Le détendeur se composera d'un cylindre vertical en fonte placé à l'avant du dôme d'avant, interposé sur la conduite de prise de vapeur et dans lequel se déplacera automatiquement, par l'effet de la pression et d'un ressort, un piston destiné à ouvrir ou fermer l'orifice de passage de vapeur suivant que la pression diminue ou augmente dans la conduite en dessous de lui. La conduite de vapeur à la suite du

détendeur sera divisée en sept tuyaux de cuivre rouge avec brides en bronze. La fourrure intérieure du détendeur et sa garniture seront en bronze du titre n° 1 ainsi que le piston avec sa tige; ces différentes pièces devront être montées bien concentriquement : la tige sans jeu et le piston avec un jeu à froid tout autour de 1/10e 1/2 de millimètre.

Roues et essieux (fig. 699). — Les centres seront entièrement en fer forgé et bien fabriqués; ceux des roues motrices et accouplées seront à rayon et ceux des roues d'avant et d'arrière seront pleins et à nervures du système Arbel.

Le fer employé pour le montage des paquets sera du fer biballé. Le matriçage n'aura pas lieu en moins de deux chaudes. Les centres devront, après forgeage, être réchauffés en entier au rouge cerise clair, puis refroidis lentement dans un four à recuire ou dans du fraisil, de manière à opérer un véritable recuit.

Les jantes devront être tournées parfaitement cylindriques et devront avoir les diamètres suivants, sans tolérance : 1,900 m. pour les roues motrices et accouplées et 1,120 m. pour les roues d'avant et d'arrière.

Les bandages seront de la qualité A. S. S. (acier spécial supérieur) spécifiée dans le Cahier des charges pour la fourniture des bandages et proviendront d'usines agréées par la Compagnie.

Le diamètre intérieur de chaque bandage mesuré à froid devra être plus petit que le diamètre de la roue qui doit le recevoir et présenter une surface conique conforme aux indications des dessins.

Les bandages seront, au moment de la pose, chauffés à 300° seulement, c'est-à-dire à une température telle qu'un morceau de sapin sec fume sans s'enflammer au contact du métal.

Les bandages des roues motrices et accouplées seront fixés au moyen de vis à tête carrée, placées comme les dessins l'indiquent. Les bandages des roues d'avant et d'arrière seront fixés au moyen de deux couronnes rivées ensemble et agrafant le bandage et la jante (fig. 712 et 714).

Les profils des bandages seront tournés suivant des calibres établis à cet effet.

La distance entre les bandages sera rigoureusement de 1,360 m. pour les roues d'avant et d'arrière et de 1,365 m. pour les autres roues; ces distances seront vérifiées au moyen de calibres établis à cet effet.

Tous les bandages des roues motrices et accouplées devront avoir exactement le même diamètre au roulement.

Les fusées et autres parties frottantes des essieux et des tourillons devront être parfaitement saines et ne présenter ni pailles ni gerçures ou autres défauts.

Elles seront fortement martelées à froid, avant planage, et polies sur le tour.

Les portées de calage seront tournées avec soin pour que les moyeux y soient emmanchés à frottement dur, à la presse hydraulique sous une pression de 50 000 kg. au moins, leur diamètre, établi sur calibre, sera rigoureusement le même pour tous les essieux.

Les rainures destinées à recevoir les clavettes seront faites exactement d'après les dessins et sans angles vifs. Les clavettes seront parfaitement ajustées et devront être chassées à refus.

Les essieux seront dégrossis au corps et seront tournés et polis dans les autres parties.

Les parties tournées ne devront présenter aucun angle vif. Les longueurs et les diamètres des fusées et des tourillons seront exactement ceux indiqués par les dessins et leurs distances d'axe en axe seront rigoureusement conformes aux cotes des dessins et seront vérifiées au moyen de calibres établis à cet effet.

Les essieux proviendront d'usines agréées par la Compagnie.

Ainsi que les essieux et les bandages, les centres et les autres pièces accessoires des roues montées seront garantis par les constructeurs pour un parcours minimun de 200000 km. à effectuer dans un délai de 4 ans à partir du jour de la livraison des loco-

motives. Si, à l'expiration de ce délai, le parcours n'était pas effectué, la garantie cesserait de plein droit.

Boîtes à huile. — Les boîtes à huile, sauf celles d'arrière qui seront en fonte, seront en fer forgé. Les dessous des boîtes seront en fonte et parfaitement ajustés à dimensions exactes pour recevoir les tampons graisseurs. Les boîtes des essieux d'avant et d'arrière seront munies de plans inclinés interposés entre la boîte et le coussinet et permettant aux essieux un déplacement latéral de chaque côté. Ces plans inclinés seront entièrement cémentés, trempés et parfaitement ajustés après la trempe.

Les coussinets des boîtes seront en bronze du titre n° 3 et ajustés avec soin dans les boîtes; ils auront dans leur partie supérieure des rainures disposées suivant les indications des dessins pour permettre le graissage par la partie supérieure. Les coussinets des boîtes d'avant auront des évidements remplis d'alliage blanc.

Les glissières des boîtes à huile des essieux moteurs et accouplés seront en acier moulé ; celles des essieux d'avant seront en acier forgé et celles des essieux d'arrière en fonte. Elles seront fixées aux longerons par deux rangées de boulons ou de rivets suivant les indications des dessins. Les boulons devront être ajustés sans jeu et les rivets devront bien remplir les trous.

Les coins de serrage des essieux moteur et accouplé seront en fer, cémentés, trempés et bien dressés après la trempe.

Ressorts. — Les ressorts seront fabriqués et trempés avec soin. Tous les ressorts à feuilles seront essayés sous une charge correspondant à un allongement de 0,006 m.

Tous ceux qui, après un ou plusieurs essais, auront perdu une partie de leur flèche, seront essayés de nouveau jusqu'à ce que leur flèche soit permanente.

Ils ne seront acceptés qu'à la condition :

1° Que cette flèche permanente ne soit pas inférieure de plus de 3 mm. ou supérieure de plus de 5 mm. à la cote du dessin ;

2° Que la courbure des feuilles soit restée circulaire ;

3° Que les feuilles ne présentent aucun bâillement ;

4° Enfin que les feuilles libres s'appuyant les unes sur les autres aux deux extrémités, ne présentent pas, au milieu, un écartement de plus de 1 cm. par mètre de longueur.

Tous ces ressorts porteront en creux, sur la face apparente de la maîtresse feuille, à 20 cm. du milieu, la marque du constructeur.

Les ressorts en spirale conique des tampons de choc d'avant de locomotive, seront tous essayés jusqu'à l'aplatissement.

Après plusieurs épreuves, on refusera ceux qui n'auront pas au moins 196 mm. ou qui auront plus de 204 mm. de hauteur.

Les ressorts à disque creux seront tous essayés à l'aplatissement par groupes de 12 assemblés comme ils doivent être montés ; après plusieurs épreuves, on n'acceptera que les groupes dont la hauteur libre sera comprise entre 100 et 104 mm.

Les ressorts à disque creux et ceux en spirale conique devront porter la marque du constructeur.

Pistons (fig. 468). — Les pistons seront forgés sans soudure et seront en acier doux, à double rainure avec segments en fonte et ressorts en acier. Les segments et les ressorts devront être parfaitement ajustés dans les rainures. Les tiges de pistons en acier doux seront vissées à refus dans les corps de pistons préalablement dilatés à l'eau bouillante; elles seront traversées par une goupille en acier rivée dans le corps du piston.

Les crosses de pistons seront en acier forgé ; leur travail de forge, de cémentation et de trempe sera particulièrement soigné afin d'éviter l'altération du métal. Elles seront munies de patins en fonte avec semelles en bronze du titre n° 1, fixées au moyen d'une broche rivée.

Les patins supérieurs et inférieurs seront ajustés sans jeu dans la crosse.

Les tiges de pistons seront fixées dans les crosses par une clavette en acier.

Les tourillons de crosses seront en fer, cémentés et trempés.

Glissières. — Les glissières de crosses de pistons seront en acier forgé demi-dur, elles seront fixées à l'avant aux plateaux de cylindres par deux boulons parfaitement ajustés et à l'arrière sur un support en fer fixé au longeron par des boulons. Sous les pattes d'attache des glissières, il sera introduit des cales minces en bronze du titre n° 1 pour pouvoir faire disparaître, par leur amincissement graduel, le jeu des semelles des crosses de pistons.

Bielles (fig. 509). — Les bielles motrices seront en acier sans soudure et seront dressées et polies sur toute leur surface en enlevant le moins possible de la croûte du métal.

La petite tête de bielle motrice faisant articulation dans la crosse du piston sera ronde et munie d'une bague en bronze du titre n° 1.

La grosse tête de bielle motrice sera fourchue avec frette et clavettes en acier ; elle sera munie d'un coussinet en bronze n° 3. Ce coussinet aura des évidements remplis de métal blanc.

Les bielles d'accouplement seront en acier sans soudure et seront dressées et polies sur toute leur surface. La grosse tête sera à fourche et frette et la petite tête à cage fermée.

Les têtes de bielles ne seront pas cémentées et trempées. Les coussinets des bielles d'accouplement seront en bronze du titre n° 1 et auront des évidements remplis de métal blanc.

Si les évidements des coussinets des bielles devant être remplis de métal blanc sont venus de fonte, la croûte du métal sera enlevée au burin ou à la fraise avant l'étamage. Chaque demi-coussinet aura, en outre, des évidements formant réservoirs d'huile.

L'ajustage des coussinets et clavettes des bielles sera fait avec le plus grand soin.

Distribution (fig. 428, 581). — Les pièces du mécanisme de la distribution seront au choix en acier P. O. 3 ou en fer forgé de première qualité ; elles seront parfaitement dressées, ajustées et polies. Toutes les parties frottantes seront cémentées et trempées ; les coulisses seront en fer forgé de première qualité et seront dégauchies après la trempe.

Les tiges des tiroirs et leurs cages seront en acier et d'une seule pièce. L'arbre de changement de marche restera brut dans les parties comprises entre les supports ; ceux-ci seront garnis de coussinets en bronze du titre n° 1.

Le changement de marche se fera au moyen d'un appareil à vis commandé par un volant en fer forgé. La vis sera en acier et l'écrou en fer cémenté et trempé. La tringle de la transmission avec guide sera dressée et polie sur toute sa longueur.

Toutes les pièces similaires du mécanisme de distribution de toutes les locomotives devront être interchangeables.

Appareil à contre-vapeur. — Cet appareil se compose de tuyaux en cuivre rouge aboutissant aux robinets de prise d'eau et de prise de vapeur fixés à l'arrière de la chaudière et aux raccords fixés sur les cylindres. Un tuyau spécial à chaque cylindre y amènera l'eau et la vapeur.

Attelages et tampons. — La traverse d'avant sera en métal, elle recevra des tampons à boisseaux en fer à 4 branches et à ressorts en spirale conique, un crochet d'attelage avec tendeur à vis, ainsi que deux pitons des chaînes de sûreté. Les crochets et pitons des chaînes seront munis de ressorts à disque creux.

Le crochet et le tendeur avec écrou en acier devront pouvoir supporter, sans se rompre, un effort de 35 000 kg. ; les chaînes de sûreté, avec leur crochet et leur piton d'attache, un effort de 20 000 kg., et le boulon du piton, un effort de 10 000 kg.

Les tiges de tampons de chocs devront parfaitement résister aux chocs en service et aux essais consistant à soumettre le disque à des chocs successifs jusqu'à ce qu'il ait pris,

sans qu'il se produise de crique à la tige, une inclinaison de 15° par rapport à la position primitive.

Les boisseaux des tampons seront alésés concentriquement et perpendiculairement à leur base ; la face antérieure sera tournée suivant calibre bien parallèlement à la base et aura le profil indiqué ; la couronne sera aussi tournée.

Toutes les pièces de tampons seront calibrées de manière qu'on puisse les substituer les unes aux autres dans tous les tampons.

L'attelage de la locomotive avec le tender sera fait au moyen d'un tendeur à vis dont les articulations et les écrous seront cémentés et trempés et dont la vis sera actionnée par une clé à rochet pouvant être manœuvrée par un long levier. Les écrous fonctionnent librement sur la vis, mais sans présenter de jeu.

Cet attelage comportera un ressort de traction à lames placé sur la machine et des tampons élastiques à ressorts en spirale en contact avec les tampons secs de la locomotive.

Robinetterie. — Toutes les pièces de la robinetterie seront parfaitement ajustées, rodées et polies.

Joints. — Les joints des boîtes à clapet de retenue des tuyaux de prise de vapeur et d'échappement, des pièces de régulateur et de détendeurs, des robinets, seront faits au minium et auront au maximum 2 mm. d'épaisseur ; pour ces joints, on pourra employer de la toile métallique.

Pour les joints des brides des tubulures du bouilleur, on emploiera du minium seul et aussi peu que possible.

Pour les joints des tuyaux de refoulement des injecteurs, ceux des poches de vidange des autoclaves, on emploiera du minium avec une tresse en chanvre et les joints auront au maximum 2 mm. d'épaisseur.

Tous les joints autres que ceux désignés ci-dessus seront faits au carton d'amiante de 1 1/2 mm. d'épaisseur, y compris ceux des tuyaux entre la pompe à air, et le régulateur de pression, celui-ci exclus, mais les autres joints de frein continu seront faits en caoutchouc, sauf ceux des brides types et des soupapes d'échappement qui seront faits en acier.

Les surfaces des joints seront bien dressées, celles des joints faits à l'amiante seront légèrement enduites d'huile de lin et celles des joints faits au minium d'une couche de blanc de céruse.

Manomètres. — Les manomètres seront à tube extensible du type adopté par la Compagnie et construit par MM. Guichard et Cie ; celui de la chaudière sera gradué jusqu'à 17 kg, et sera muni d'un index à 15 kg. ; celui du détendeur sera pareil, mais avec index à 10 kg. au lieu de 15, ceux du frein continu seront gradués jusqu'à 10 kg.

Les manomètres devront porter le mois et l'année de la livraison ; ils seront garantis, pour une durée de 3 ans, sans réparation.

Mains courantes. — Les colonnes d'abri, les mains courantes, les tringles, etc., seront en fer et polies sur toute leur longueur.

Les supports en bronze seront polis partout et seront alésés dans la partie où glissent les tringles.

Enveloppe. — L'enveloppe de la chaudière sera en laiton de 1 1/2 mm. d'épaisseur et reposera sur des tôles de renfort en fer, des bandes et des cercles en fer à tasseaux. Elle sera bien planée et polie. Des bossettes rivées à l'enveloppe seront faites autour des pièces fixées à la chaudière pour faciliter la réfection des joints.

Sablière à vapeur. — Chaque locomotive sera munie des appareils spéciaux de sablière à vapeur système Gresham et Craven indiqués ci-dessous :

1 robinet de prise de vapeur à une tubulure ;

2 boîtes d'aspiration du sable ;
2 éjecteurs ;
Et la tuyauterie nécessaire.

TENDERS

Description sommaire. — Les tenders se composeront d'un châssis en tôles et cornières monté sur trois paires de roues et d'une caisse qui fera corps avec le châssis et dont la partie inférieure sera placée entre les roues au-dessus des essieux.

Ils seront munis d'un frein agissant sur les six roues et pouvant être commandé, à volonté, à la main et par les appareils de frein continu système Wenger dont ils seront pourvus.

La caisse aura une capacité de 14,5 m³. Les roues seront à agrafes doubles et à centres pleins à nervures du système Arbel ainsi que celles d'avant et d'arrière des locomotives.

Chaque tender sera muni d'une traverse d'avant et d'une traverse d'arrière ; la traverse d'avant comportera deux tampons obliques à ressorts en spirale, deux mailles de sûreté et un tablier mobile à charnières, celle d'arrière, un appareil de choc et traction à ressorts à lames et des chaînes de sûreté.

La caisse sera munie de trois poches de prise d'eau avec chacune un panier-filtre en cuivre rouge ;

De deux robinets d'alimentation en bronze, garantis par une calotte en deux pièces en tôle de cuivre perforée et commandés chacun au moyen d'une poignée avec butoir par un arbre vertical et des leviers reliés par une bielle ;

De deux tuyaux en cuivre rouge de raccordement avec les rotules et de deux supports pour les rotules.

De quatre robinets de jauge dont trois placés à l'extérieur.

Chaque tender portera de plus :

Un timbre à déclic ;

Deux marchepieds ;

Deux colonnes de rampe polies, fixées à la caisse à eau et au tablier d'avant ;

Deux porte-lanternes à l'arrière ;

Un coffre aux agrès, deux coffres à effets, deux coffres à chiffons et bidons ;

Des plaques en laiton portant le numéro du tender, les initiales P. O., le nom du constructeur et l'année de la livraison.

Châssis. — Le châssis sera formé de deux longerons doubles, reliés aux extrémités par les traverses d'avant et d'arrière et entretoisés par des cadres en tôles et cornières placés à l'intérieur et sur les côtés de la partie inférieure de la caisse. Chaque longeron double sera formé de deux tôles d'acier de 10 mm. d'épaisseur, entretoisées par les guides des boîtes à huile, ceux des tiges de suspension et des pièces en fonte.

Les longerons seront bien dressés surtout aux endroits où ils sont entretoisés.

Les ressorts de suspension seront placés entre les tôles d'acier des longerons ; ceux des deux essieux d'arrière seront reliés de chaque côté du tender par un balancier.

Les appareils de choc ou de traction à l'avant et à l'arrière seront pris entre deux tôles de 7 mm. d'épaisseur pour l'avant et de 6 mm. pour l'arrière. Le tablier mobile d'avant aura 5 mm. d'épaisseur.

Roues et essieux. — Les centres seront entièrement en fer forgé et fabriqués dans les mêmes conditions que ceux des locomotives ; ils auront exactement 1,20 m. de diamètre à la jante; sans tolérance.

Les bandages seront de la qualité A. S. S. (acier spécial supérieur) comme ceux des locomotives et proviendront d'usines agréées par la Compagnie. Ils seront tournés, posés

et fixés dans les mêmes conditions que ceux des roues d'avant et d'arrière des locomotives.

Toutes les conditions de fabrication, d'essai d'exécution et de garantie exigées pour les essieux, les centres de roues et les bandages des locomotives seront applicables aux essieux, aux centres de roues et aux bandages des tenders.

Boîtes à huile. — Les boîtes et leurs dessous ainsi que les glissières seront en fonte.

Chaque dessous, indépendant de la boîte et disposé pour le graissage à l'huile, formera joint à la partie supérieure par l'interposition d'un cuir encastré dans le dessus ; les parties devant maintenir le tampon graisseur auront bien exactement les dimensions indiquées.

Les coussinets seront en bronze du titre n° 3 et devront être ajustés avec soin dans les boîtes dont le logement sera lui-même dressé et ajusté ; le centre du coussinet sera équidistant des deux faces latérales rabotées de la boîte.

Les couvercles en fonte malléable, garnis de cuir, devront être ajustés et devront fermer exactement.

Les glissières seront parfaitement dressées et ajustées.

Ressorts. — Les ressorts de tenders seront fabriqués et essayés dans les mêmes conditions que les ressorts des locomotives et devront présenter les mêmes garanties d'exécution.

Après plusieurs épreuves on refusera les ressorts des tampons d'avant qui n'auront pas au moins 216 mm. ou qui auront plus de 254 mm. de hauteur.

Tampons et attelages. — Les tiges de tampons et la barre de traction avec crochet seront en fer forgé de première qualité.

Les guides des tiges de tampons seront alésés exactement, leur extrémité sera tournée suivant le calibre du disque des tiges. Ces tiges seront tournées sur toute leur longueur ; le disque sera enlevé de forge avec amorce pour la tige.

La barre de traction d'arrière terminée par un crochet sera ajustée dans son guide en fonte de manière à glisser librement.

Le tendeur d'arrière, le crochet de traction et la chape du ressort de traction devront pouvoir supporter sans se rompre un effort de 35, 000 kg. et les chaînes de sûreté un effort de 20, 000 kg.

Les tiges de tampons de choc devront parfaitement résister aux chocs en service et aux essais consistant à soumettre le disque à des chocs successifs jusqu'à ce qu'il ait pris, sans qu'il se produise de criques à la tige, une inclinaison de 15° par rapport à sa position primitive.

Frein à main. — Toutes les pièces composant le mécanisme du frein seront en fer de première qualité. Les articulations et leurs boulons seront cémentés et trempés.

Les parties recevant des pièces de rechange de frein seront ajustées d'après des gabarits établis à cet effet.

Caisse. — Les tôles composant la caisse auront les épaisseurs suivantes : les faces latérales extérieures 5 mm. et le dessus 5 mm., les faces latérales intérieures 6 mm. et 7 mm. pour celle qui reçoit le support de la vis du frein ; le fond de la caisse 6 mm., et celui de la soute à charbon 7 mm. ; la hausse du trou d'homme et des deux prises d'eau d'avant 3 mm.

Ces tôles seront assemblées au moyen de rivets de 12 mm. de diamètre, distants de 35 à 40 mm. d'axe en axe à tête hémisphérique bouterollée au dehors.

La tôle extérieure d'arrière sera repliée en angles arrondis et s'assemblera avec les faces latérales sans cornières ni tôles d'angles.

Les tôles latérales seront reliées entre elles intérieurement par des tirants en fer plat ou en tôle rivés aux cornières verticales et destinés à consolider les parois.

La hausse régnant autour de la caisse sera formée par le prolongement des tôles for-

mant les parois extérieures; elle sera consolidée par un fer demi-rond rivé à plat avec des rivets fraisés extérieurement.

Les caisses devront être remplies d'eau pour essai avant de recevoir aucune peinture à l'intérieur ou à l'extérieur

Les paniers servant de filtres pour l'introduction de l'eau seront en cuivre rouge de 2 mm. d'épaisseur. Ils seront percés de trous dont le nombre et le diamètre devront être conformes aux indications des dessins. Les couvercles seront en tôle et batteront sur du bois d'orme.

Les coffres seront établis conformément aux indications des dessins et devront être parfaitement étanches; les couvercles des coffres à chiffons et bidons batteront sur du bois d'orme.

LOCOMOTIVES ET TENDERS

Frein continu. — Chaque locomotive sera munie des appareils de frein continu, système Wenger, désignés ci-dessous :

1 pompe à air avec 3 graisseurs;
1 régulateur de pression;
1 robinet de manœuvre;
1 tête d'accouplement garnie avec tuyau en caoutchouc;
2 frettes avec coins et boulons;
1 raccord d'accouplement vertical;
1 robinet d'arrêt A;
1 raccord à 3 branches;
1 robinet d'isolement T;
1 robinet de prise de vapeur;
1 robinet à 3 voies pour la purge;
2 manomètres;
2 réservoirs d'air.

Chaque tender sera muni des appareils de frein continu, système Wenger désignés ci-dessous :

1 tête d'accouplement garnie avec tuyau en caoutchouc;
2 frettes avec coins et boulons;
1 raccord d'accouplement vertical;
1 robinet d'arrêt A;
2 raccords à 3 branches;
2 robinets d'isolement I;
2 soupapes d'échappement;
2 cylindres de frein;
2 robinets de décharge;
Le mécanisme de commande du frein;
Les brides et la tuyauterie nécessaires en fer et en cuivre rouge;
Le tuyau d'accouplement métallique entre locomotive et tender;

Les tuyaux en fer seront soudés à recouvrement; ils devront pouvoir supporter une pression hydraulique intérieure de 20 kg. par centimètre carré, sans suintement ni aucune trace d'altération.

Les tuyaux en caoutchouc pour l'accouplement du frein continu devront porter une empreinte indiquant la marque des constructeurs, le mois et l'année de la livraison; ils devront résister, sans se rompre, à une pression intérieure d'au moins 50 kg. par centimètre carré et ne devront pas prendre une déformation permanente sous la charge de 10 kg. par centimètre carré; de plus, ils seront garantis pour une durée de trois ans.

L'essai du frein continu sera fait dans les ateliers des constructeurs et à leur compte

à la pression de 6 kg. par centimètre carré. Cet essai sera renouvelé au besoin jusqu'à ce qu'il ne se produise aucune fuite.

Peinture. — La peinture des locomotives sera faite de la manière suivante (voir plus loin la composition des diverses peintures) :

La chaudière avant le traçage sera grattée et nettoyée à l'essence et recevra une couche de gris à la céruse n° 8.

Après la pose des supports, des robinets et des cercles d'enveloppe, elle recevra une couche de minium pour chaudière, n° 9.

Les dessous des enveloppes en fer et des pièces se fixant sur la chaudière recevront deux couches de minium pour chaudières, n° 9.

Les gardes-corps, l'abri, les couvre-roues, la boîte à fumée, les traverses, recevront après grattage et nettoyage à l'essence : deux couches de gris pour impression n° 1 ; six couches d'apprêt n° 2 ; un masticage avec du mastic au vernis; une couche de guide n° 3 ; un ponçage, une première couche de teinte n° 4 et après revision de masticage, ponçage, raccord de teinte, une deuxième couche de teinte n° 4 ; le réchampissage et les inscriptions ; une première couche de vernis à polir ; un polissage ; une deuxième couche de vernis à polir ; un polissage et le vernissage pour finir. (La traverse d'avant recevra deux couches de vernis à finir.)

La teinte pour la boîte à fumée sera noire ; celle pour les gardes-corps, l'abri, les couvre-roues et la traverse d'arrière sera grise n° 4 ; enfin celle pour la traverse d'avant sera vermillon n° 5.

L'extérieur des longerons, les ressorts et les pièces apparentes du châssis et de la suspension, recevront après grattage et nettoyage à l'essence : une couche d'impression en gris n° 7 ; un masticage avec du mastic au vernis ; un ponçage ; une couche de gris n° 8 et deux couches de noir brillant à trains.

L'intérieur des gardes-corps ; les pièces à l'intérieur du châssis et celles non apparentes, recevront après grattage et nettoyage à l'essence : une couche de gris foncé n° 8 et une couche de noir brillant à trains.

Le dessous de l'abri recevra, après grattage et nettoyage à l'essence, deux couches de gris clair n° 6.

Les roues recevront, après grattage et nettoyage à l'essence : deux couches de gris n° 4 et une couche de vernis à finir. Elles ne seront mastiquées que dans les endroits où il y a manque de matière.

La peinture des tenders sera faite de la manière suivante :

Après grattage et nettoyage, l'intérieur de la caisse à eau recevra deux couches de minium n° 10.

L'extérieur des caisses à eau, à outils, à agrès, à effets ; des coffres ; les longerons et les garde-corps, recevront, après grattage et nettoyage à l'essence : deux couches de gris pour impression n° 1 ; six couches d'apprêt n° 2 ; un masticage avec du mastic au vernis ; une couche de guide n° 3 ; un ponçage ; une première couche de teinte n° 4, et après revision de masticage, ponçage, raccord de teinte, une deuxième couche de teinte n° 4 ; le réchampissage et les inscriptions ; une première couche de vernis à polir ; un polissage ; une deuxième couche de vernis à polir ; un polissage et le vernissage pour finir ; la teinte pour les longerons sera noire.

Les ressorts et les pièces apparentes du châssis, de suspension et du frein, recevront, après grattage et nettoyage à l'essence : une couche d'impression en gris n° 7 ; un masticage avec du mastic au vernis ; un ponçage ; une couche de gris n° 8 et deux couches de noir brillant à trains.

L'intérieur des garde-corps, des coffres, des caisses à outils, à agrès, à effets ; l'intérieur et le dessous de la soute à combustible ; les pièces qui sont à l'intérieur du châssis et toutes les pièces non apparentes recevront, après grattage et nettoyage à l'essence, une couche de gris foncé n° 8 et une couche de noir brillant à trains.

Le dessous des caisses et coffres recevra deux couches de gris foncé n° 8 et une couche de noir brillant à trains.

Les roues recevront, après grattage et nettoyage à l'essence, deux couches de gris n° 4, et une couche de vernis à finir.

Elles ne seront mastiquées que dans les endroits où il y a manque de matière.

Composition des diverses peintures.

N° 1.	Gris pour impression des garde-corps, abri, caisse, etc	Céruse en pâte broyée à l'huile.	784
		Noir léger.	20
		Essence de térébenthine. . . .	180
		Siccatif.	16
N° 2.	Apprêt pour garde-corps, abri, caisses, etc	Céruse en pâte broyée à l'huile.	340
		Filling-up.	400
		Ocre jaune en poudre.	87
		Huile de lin.	58
		Colle d'or.	115

Pour les parties chauffées de la boîte à fumée, on ajoutera à la teinte n° 2,120 parties d'ocre jaune en poudre pour 1 000 parties.

N° 3.	Guide pour garde-corps, abri, caisses, etc	Ocre rouge en poudre	360
		Essence de térébenthine. . . .	460
		Huile de lin	100
		Siccatif.	80
N° 4.	Guide pour garde-corps, abri, couvre-roues, extérieur des caisses, des longerons, des tenders et des roues, etc . . .	Céruse en pâte broyée à l'huile.	340
		Noir léger	70
		Brun Van Dyck en poudre . .	10
		Essence de térébenthine. . . .	380
		Huile de lin	120
		Siccatif.	80
N° 5.	Vermillon pour traverse d'avant.	Vermillon en pâte à l'essence .	780
		Vernis à teinte	220
N° 6.	Gris clair pour dessous de l'abri.	Céruse en pâte broyée à l'huile.	666
		Noir léger	8
		Essence de térébenthine. . . .	40
		Huile de lin.	266
		Siccatif.	20
N° 7.	Gris pour impression des longerons de locomotives, ressorts et pièces apparentes du châssis et de la suspension, etc. . . .	Céruse en pâte broyée à l'huile.	550
		Noir léger	50
		Essence de térébenthine. . . .	180
		Huile de lin.	120
		Siccatif.	100
N° 8.	Gris à la céruse pour chaudières, extérieur et dessous de soute à combustible, des coffres, des caisses, intérieur du garde-corps et pièces à l'intérieur du châssis	Céruse en pâte broyée à l'huile.	515
		Noir léger	30
		Essence de térébenthine. . . .	190
		Huile de lin.	205
		Siccatif.	60
N° 9.	Minium pour chaudières. . . .	Minium de plomb en poudre. .	720
		Céruse en pâte broyée à l'huile.	80
		Essence de térébenthine. . . .	40
		Huile de lin.	140
		Siccatif.	20

N° 10.	Minium pour intérieur des caisses à eau	Minium de plomb en poudre	680
		Céruse en pâte broyée à l'huile	60
		Huile de lin	180
		Siccatif	80

Bronzes, cuivres, laitons et alliages. — Les constructeurs se conformeront rigoureusement aux indications ci-après, pour la composition des bronzes, cuivres, laiton et alliages.

Titre n° 1. — **Bronze dur.** — Pour pièces telles que : bagues de crosses, coussinets des bielles d'accouplement; tiroirs de régulateurs; bagues et fourrures de presse-étoupes en général, semelles de crosses de pistons, guides de prolongement des tiroirs, pièces de détendeurs, cales, etc :

Cuivre rouge	82 parties.	100
Etain	15 —	
Zinc	3 —	

Titre n° 2. — **Bronze doux.** — Pour pièces telles que : soupapes, clapets, sièges de soupapes de sûreté et de clapets; boîtes à clapet de refoulement des injecteurs; robinets divers et leurs clés; écrous; rotules; poignées; volants; porte-plomb; graisseurs divers et leurs couvercles; sifflets; injecteurs; tubulures; boîtes centrales; niveau d'eau, raccords; boules de rampes; pièces de déclic, etc.

Cuivre rouge	87 parties.	100
Etain	10 —	
Zinc	3 —	

La tolérance pour ces bronzes, dur, titre n° 1 et doux, titre n° 2 est limité à :

Un pour cent (1 0/0) en plus ou en moins de cuivre rouge :
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — d'étain ;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — de plomb ;
Un pour cent (1 0/0) — — — de zinc.

Titre n° 3. — **Bronze phosphuré.** — Pour pièces telles que : tiroirs de distribution; coussinets de bielles motrices; coussinets de boîtes à graisse; etc. (ce titre sera fait en métaux neufs).

Cuivre phosphuré	3,50	100
Cuivre rouge	77,85	
Etain	11,00	
Zinc	7,65	

La tolérance est limitée à :

Un demi pour cent (1/2 0/0) en plus ou en moins de cuivre ;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — d'étain ;
Un pour cent (1 0/0) — — — de zinc.

Titre n° 4. — **Métal de cloches.** — Pour cloches de timbres et de sifflets:

Cuivre rouge	76 parties.	100
Etain	23 —	
Zinc	1 —	

La tolérance est limitée à :

Un demi pour cent (1/2 0/0) en plus ou en moins de cuivre ;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — étain ;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — zinc.

Titre n° 5. — **Cuivre rouge.** — Pour pièces telles que : brides du tube de communication des dômes; brides et tubulures de bouilleur :

Cuivre rouge	97 parties.	100
Cuivre phosphuré	3 —	

La tolérance est limitée à :

Un demi pour cent (1/2 0/0) de métaux étrangers.

Titre n° 1. — **Laiton.** — Pour pièces telles que : supports des tringles; charnières; numéros et initiales; balances; enveloppes; etc. :

Cuivre	75 parties.	100
Zinc	25 —	

La tolérance est limitée à :

Un pour cent (1 0/0) en plus ou en moins de cuivre;
Un pour cent (1 0/0) — — — zinc;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — plomb.

Alliages blancs. — Pour coussinets; colliers d'excentriques; etc. :

Titre AB	Etain	73 parties.	100
	Cuivre phosphuré	4 —	
	Cuivre rouge	4 —	
	Antimoine	12 —	
	Plomb	7 —	

La tolérance est limitée à :

Un pour cent (1 0/0) en plus ou en moins d'étain;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — de cuivre;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — d'antimoine;
Un pour cent (1 0/0) — — — de plomb.

Pour alvéoles de tiroirs :

Titre D	Cuivre rouge	6 parties.	100
	Etain	82 —	
	Antimoine	12 —	

La tolérance est limitée à :

Un demi pour cent (1/2 0/0) en plus ou en moins de cuivre;
Un pour cent (1 0/0) — — — d'étain;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — d'antimoine.

Pour garnitures métalliques de robinets :

Titre E	Plomb	76 parties.	100
	Etain	14 —	
	Antimoine	10 —	

Pour garnitures métalliques tubulaires des tiges de pistons, de tiroirs et de régulateurs :

Titre spécial.	Plomb	70 parties.	100
	Etain	20 —	
	Antimoine	10 —	

La tolérance est limitée pour ces deux derniers titres à :

Un pour cent (1 0/0) en plus ou en moins de plomb ;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — d'étain ;
Un demi pour cent (1/2 0/0) — — — d'antimoine.

Art. 4. — **Surveillance des travaux.** — La Compagnie se réserve le droit de faire surveiller la construction des locomotives et des tenders par des agents de son choix qui auront toujours la libre entrée dans les ateliers des constructeurs et dans ceux de leurs fournisseurs de matières et pièces fabriquées. Les dessins originaux fournis par la Compagnie doivent être tenus à leur disposition.

Outre les essais spéciaux de résistance indiqués aux articles précédents, ces agents pourront faire subir aux matériaux et aux pièces fabriquées telles épreuves qu'ils jugeront convenables pour vérifier la qualité des matières et s'assurer de la bonne confection des pièces, sans que l'exercice de ce droit dispense en aucune façon les constructeurs du contrôle réservé à la Compagnie lors des réceptions, ni de la responsabilité qui leur incombe pendant les délais de garantie.

Les frais d'épreuves seront à la charge des constructeurs.

Quand la Compagnie ou ses agents le jugeront utile, des matériaux ou des pièces fabriquées seront expédiés aux frais des constructeurs, aux ateliers de la Compagnie à Paris, pour y être essayés.

Les constructeurs se conformeront, pour les détails de la fabrication et le fini des pièces, aux indications qui leur seront données par les agents de la Compagnie. Ceux-ci pourront suspendre tout travail qui ne leur paraîtrait pas convenablement fait, s'opposer à la mise en place des pièces qu'ils reconnaîtraient défectueuses ou faire démonter celles qui seraient déjà placées.

Les pièces rebutées seront poinçonnées et laissées à la disposition des agents de la Compagnie jusqu'à l'achèvement de la construction.

Les retards qui résulteraient des essais et contre-essais, des refus de matières et des rectifications nécessitées par des malfaçons, ne pourront être invoqués comme une atténuation de leurs charges par les constructeurs qui en supporteront toutes les conséquences.

Les constructeurs devront faire établir et fournir à la Compagnie d'Orléans, un état complet des différentes pièces des locomotives et tenders avec indication des poids partiels et totaux.

Art. 5. — **Réceptions, délais de garantie.** — Les locomotives et tenders complètement terminés et montés seront soumis, avant d'être peints, à une réception préparatoire dans les ateliers des constructeurs.

La réception provisoire aura lieu après achèvement complet et livraison sur les voies de la Compagnie et lorsque les locomotives et tenders, ayant subi la visite du garde-mines, auront fait un parcours d'essai.

La réception définitive n'aura lieu qu'après un parcours de 30 000 km. en service ordinaire.

Tout changement jugé nécessaire par la Compagnie, tout remplacement de pièces nécessité par la mauvaise qualité des matériaux ou par des vices de fabrication ou de montage, avant la complète exécution de ce parcours seront effectués aux frais des constructeurs, la Compagnie d'Orléans se réservant le droit de faire exécuter ces réparations ou remplacements comme elle le jugera convenable.

Art. 6. — **Frais de transport et de montage.** *Droits de brevets.* — Tous les frais de transport, de douane et de montage seront à la charge des constructeurs.

Les frais d'essai à faire pour la réception provisoire sur les voies de la Compagnie seront au compte de la Compagnie. Si toutefois des retouches étaient nécessaires, les dépenses qui en résulteraient, y compris celles du nouvel essai qui suivrait, celles de

combustible, d'huile, etc., seraient remboursées à la Compagnie par les constructeurs. Ceux-ci prennent également à leur charge les droits de brevets.

ART. 7. — **Epoque et lieu de livraison. Retards. Pénalités.** — Les locomotives et les tenders seront livrés franco aux ateliers de la Compagnie d'Orléans, à Paris, à raison de :

En cas de retard sur les époques fixées ci-dessus, il sera retenu aux constructeurs, sur les sommes à eux dues par la Compagnie, une somme de francs par chaque locomotive et par jour de retard, une locomotive étant considérée comme non livrée tant qu'elle n'est pas accompagnée de son tender et réciproquement. Cette retenue sera opérée de droit à titre d'indemnité due par le seul fait du retard et sans préjudice des dommages intérêts à réclamer pour le tort réel que la Compagnie aurait éprouvé.

En outre, si le retard se prolongeait, la Compagnie pourrait, quinze jours après un acte de mise en demeure resté sans effet et sans autre formalité, pourvoir, aux frais des constructeurs, à l'exécution de la fourniture en retard par tels moyens qu'elle jugerait convenables. Les excédents de prix et de dépense seraient, le cas échéant, prélevés sur les sommes dues aux constructeurs, sans préjudice des droits à exercer contre eux en cas d'insuffisance.

Si, au contraire, l'exécution de ce matériel procurait à la Compagnie d'Orléans des bénéfices sur le prix fixé, les constructeurs ne pourraient réclamer aucune part de ces bénéfices qui resteraient acquis à la Compagnie.

ART. 8. — **Mode de paiement.** — Les paiements se feront à la caisse du service général de la Compagnie, à Paris, au comptant et sans escompte, à savoir :

Cinq dixièmes du prix de chaque locomotive et tender lorsque la chaudière sera essayée à chaud et prête à terminer le montage.

Quatre dixièmes après la réception provisoire de chaque locomotive et tender sur les voies de la Compagnie.

Et le dernier dixième après la réception définitive.

Toutefois, si la réception définitive était retardée par la non-exécution du parcours de 30 000 km. stipulé à l'article 5, et ce, par le fait de la Compagnie, le paiement du dernier dixième n'en serait pas moins effectué huit mois après la réception provisoire, la Compagnie conservant d'ailleurs sa garantie et son recours contre les constructeurs jusqu'à l'achèvement de ce parcours de garantie.

Le prix des machines et tenders est fixé au kilogramme et sera payé aux constructeurs d'après les poids qui seront déterminés contradictoirement au moyen de pesées faites dans les ateliers de la Compagnie sur les premières machines et tenders livrés.

ART. 9. — **Clauses et conditions générales.** — Les constructeurs prennent l'engagement de se conformer strictement aux clauses et conditions générales pour l'exécution des fournitures à faire au service du matériel et de la traction de la Compagnie d'*Orléans*, dont ils déclarent avoir pris connaissance sur la communication qui leur a été faite de ces clauses et conditions enregistrées à Paris.

ART. 10 ET DERNIER. — **Interdiction de sous-traiter.** — Les constructeurs ne pourront sous-traiter pour une partie ou la totalité de la fourniture sans l'assentiment écrit de la Compagnie. Les pièces qu'ils pourront être autorisés à faire confectionner hors de leurs ateliers ne pourront provenir que d'établissements agréés par la Compagnie.

Il est, d'ailleurs, entendu que les constructeurs resteront garants et responsables de ces pièces comme si elles avaient été fabriquées dans leurs propres ateliers.

ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

EXTRAITS DES CONDITIONS SPÉCIALES

AUX

ENTREPRISES DES LOCOMOTIVES A MARCHANDISES[1]

POUR FORTES RAMPES

A six roues couplées de 1,30 *m. (type Luxembourg).*

A. Spécification pour la construction des locomotives. — 1° Les locomotives devront être construites dans les établissements des adjudicataires. Il ne pourra, dans aucun cas être dérogé à cette prescription sans l'autorisation expresse de l'Administration.

Les machines à fournir seront conformes, pour les dimensions et dispositions, aux indications, du présent cahier des charges et aux plans avec modification, déposés à l'Administration Centrale, Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes, à Bruxelles. Copie de ces plans sera remise à l'entrepreneur pour l'exécution de son entreprise. Les plans ne doivent pas être restitués.

Elles devront avoir fonctionné avant d'être reçues et donner d'aussi bons résultats que les meilleures machines similaires du chemin de fer de l'État.

B. Identité de toutes les parties des machines. — Les machines seront rigoureusement identiques entre elles dans toutes leurs parties et seront faites sur le même modèle et aux mêmes dimensions, de telle sorte que chaque pièce puisse se monter indistinctement sur chacune des machines.

C. Garantie. — 1° L'entrepreneur garantit le service de toutes les pièces de ces locomotives pendant un délai de deux années, date pour date, à compter de la réception des locomotives ; toutefois, il est fait exception :

a) Pour les tiroirs de distribution (glissières) qui seraient retirés du service par suite d'usure normale ;

b) Pour les essieux droits que l'entrepreneur garantit pendant un délai de 4 ans, a dater du jour de l'avis d'approbation du marché.

Dans le cas d'une mise hors de service dans un délai moindre que 2 ans après la date d'approbation, la valeur de l'essieu, estimée au prix de la dernière adjudication, sera à la charge de l'entrepreneur.

Après ce délai, la somme à verser ne sera plus que la moitié de la valeur de l'estimation.

L'essieu mis hors de service restera la propriété de l'Administration ; l'entrepreneur sera admis à examiner l'essieu au secrétariat de la commission, où il sera tenu à sa disposition pendant les vingt jours de l'avis qui lui en sera donné.

c) Pour les corps de roues que l'entrepreneur garantit pendant un délai de 4 années, à dater du jour de l'approbation du marché, il s'engage à remplacer, à ses frais, ceux qui seraient mis hors de service pendant ce délai.

Le corps de roue que le fournisseur doit remplacer à ses frais, lui est rendu par l'Administration. Le remplacement devra s'effectuer dans un délai de 8 semaines à dater de l'envoi du corps de roue mis hors de service au fournisseur par la Commission de réception.

[1] Représentées dans leur ensemble figures 146 et 147.

Le corps de roue fourni en remplacement se substitue à celui qu'il remplace et a donc à compléter le délai de garantie imposé au premier corps de roue.

La date à laquelle la garantie expirait est, dans ce cas, reculée du temps écoulé entre la date de la mise hors de service et celle de la réception de la fourniture faite en remplacement.

d) Pour les essieux coudés, que l'entrepreneur garantit pour un parcours de 150 000 km. ne pouvant pas s'étendre au delà de 3 1/2 années, date pour date, à compter de la réception des locomotives.

e) Pour les bandages, les conditions spéciales de garantie sont déterminées plus loin.

Si les pièces ne remplissent point les conditions de garantie, l'entrepreneur sera tenu, soit de les remplacer à ses frais, soit, à partir du parcours de 75 000 km. pour les essieux coudés, de payer une moins-value à l'Administration.

L'Administration n'a égard au parcours fait dans les manœuvres que pour la valeur qui lui est attribuée dans sa comptabilité.

Toutes les pièces et entre autres les essieux droits, les moyeux des roues, les manomètres, etc., porteront le nom du fournisseur, du fabricant, s'il y a lieu, la date d'approbation du marché et le numéro d'ordre de la locomotive.

2° Toute mise hors de service avant l'accomplissement d'un parcours de 75 000 km. dans le délai-limite de 3 1/2 années pour les essieux coudés, toute mise hors de service avant le délai-limite de 2 années pour toute autre pièce de locomotive, à l'exception des bandages des essieux droits et des corps de roues entraînera le remplacement pur et simple de l'objet aux frais de l'entrepreneur.

L'objet rebuté dans ces conditions sera rendu à l'entrepreneur et son remplacement devra s'effectuer dans les délais ci-après, qui prendront cours à partir de la date de son envoi par la commission de réception au fournisseur :

Pour les essieux coudés, dans les 12 semaines ;

Pour les cylindres, dans les 10 semaines ;

Pour les foyers neufs remis à la chaudière, dans les 14 semaines ;

Pour le remplacement de toutes les autres pièces, à l'exception des bandages, ou pour toute réparation quelconque, le délai sera fixé, suivant le cas, par la Commission de réception, dont l'entrepreneur s'engage à accepter la décision.

En outre, en cas d'urgence dont l'appréciation est laissée à l'Administration, celle-ci se réserve le droit d'exécuter elle-même, pour compte et aux frais du fournisseur, le remplacement de ces pièces ou toute réparation quelconque dont le montant n'excéderait pas la somme de 250 fr.

En cas de retard dans ces remplacements ou réparations à effectuer par l'entrepreneur, il lui sera appliqué par semaine de retard une amende de 1 0/0 de la valeur de l'objet ou de la réparation en retard, sans que la retenue totale puisse, dans aucun cas excéder 10 1/00 et la valeur totale de l'objet à remplacer ou du coût de la réparation.

Cette valeur sera basée sur le coût des mêmes objets résultant des dernières adjudications ; pour les remplacements ou réparations auxquels cette base ne serait pas applicable la valeur sera déterminée par la Commission de réception.

L'Administration se réserve, en outre, si, à l'expiration du délai, les réparations ou les remplacements n'étaient pas effectués, de les exécuter ou de les faire exécuter d'office aux frais et aux risques et périls des fournisseurs.

L'objet fourni en remplacement se substitue à celui qu'il remplace pour tout ce qui concerne les conditions de garantie stipulées ci-dessus ; il a donc, le cas échéant, à compléter le parcours de garantie imposé au premier objet et la date à laquelle la garantie expirait est dans ce cas reculée du temps écoulé entre la date de la mise hors de service et celle de la réception de la fourniture faite en remplacement.

Pour tout essieu coudé qui, ayant accompli un parcours d'au moins 75000 km., serait dans le délai-limite de 3 1/2 années mis hors de service avant d'avoir fait le parcours

garanti de 150 000 km., l'entrepreneur tiendra compte à l'Administration de la moins-value au prorata de la différence entre le parcours effectué et le parcours de 150 000 km.

Cette moins-value sera calculée à raison de 8 fr. par 1 000 km. et par essieu ; ainsi, par exemple, pour un essieu coudé qui serait mis hors de service après un parcours de 125 000 km., il sera dû à l'Administration une somme de 200 fr.

Il ne sera pas tenu compte des fractions de 1 000 km. pour le règlement des moins-values ; ainsi, un essieu coudé qui aurait effectué un parcours de 120 670 km. sera considéré commme n'ayant parcouru que 120 000 km. et, par conséquent, l'entrepreneur devra à l'Administration la somme de 240 fr.

L'Administration se réserve de faire effectuer le remboursement des moins-values soit en argent, soit en essieux coudés.

Les essieux coudés mis hors de service dans ces conditions, c'est-à-dire après un parcours d'au moins 75 000 km., resteront la propriété de l'Administration.

Sera considérée comme pièce hors de service toute pièce qui viendrait à se briser ou qui serait reconnue vicieuse ou défectueuse par la Commission déléguée.

Le fournisseur n'a point le droit de prolonger la durée d'objets de l'espèce en y apportant une modification (application d'une frette, d'un boulon à un essieu coudé, etc.), qui ne serait pas prévue par les conditions premières de son marché.

Seront considérés commme roues ou essieux coudés hors de service ceux que la commission déléguée jugerait être dans un état qui compromette la sécurité du service.

Il est entendu que toute mise hors de service anticipée qui serait reconnue être le résultat d'un cas de force majeure, n'implique nullement la responsabilité du fournisseur.

Conditions de garantie pour les bandages. — Chaque bandage devra porter le nom du fournisseur et du fabricant, s'il y a lieu, ainsi que la date d'approbation du marché.

L'entrepreneur garantit le service des bandages pendant un délai de trois ans à dater du jour de l'approbation ministérielle.

Dans le cas d'une mise hors de service dans un délai moindre que un an et demi après la date d'approbation, la valeur du bandage, estimée au prix de la dernière adjudication de l'État, sera à charge de l'entrepreneur.

Après ce délai, le montant de la somme à porter en compte à l'entrepreneur, ne sera plus que la moitié de l'estimation.

Pendant les vingt jours qui suivront la date de l'avis qui sera adressé par l'Administration à l'entrepreneur, celui-ci sera admis à examiner au dépôt de réception, à Malines, le bandage retiré du service ; passé ce délai le bandage deviendra la propriété de l'Administration.

Toutefois le bandage rebuté sera rétrocédé à l'entrepreneur, s'il le demande, dans le délai de vingt jours fixé ci-dessus, à la moitié du prix d'un bandage neuf calculé d'après le résultat de la dernière adjudication de l'État.

Seront considérés comme bandages hors de service ceux qui n'auraient plus que 30 mm. d'épaisseur au milieu de leur section ; ceux qui se rompraient, ceux qui viendraient à se lâcher en service ; enfin, d'une manière générale, ceux que la commission de revision du matériel jugerait de nature à compromettre la sécurité du service.

Il est entendu que toute mise hors de service anticipée, qui serait reconnue être le résultat d'un cas de force majeure, n'implique nullement la responsabilité du fournisseur.

D. Chaudières, boîte a feu et tubes. — Il pourra être fait usage pour la chaudière de tôles en fer homogène présentant une résistance à la traction par mm. carré de 34 km. dans le sens longitudinal avec un allongement de 22 0/0 et de 32 kg. dans le sens transversal avec un allongement de 18 0/0.

Pour le surplus ces tôles devront présenter des qualités au moins égales à celles requises des tôles en fer.

Corps cylindrique. — 1° Le corps cylindrique aura un diamètre intérieur de 1,40 m.,

une longueur de 3,460 m. mesurée entre les deux tôles porte-tubes et sera fait en tôle de 14 mm. d'épaisseur.

La tôle porte-tubes d'avant aura 25 mm. d'épaisseur, sera forée de 251 trous pour les tubes de 45 mm. de diamètre extérieur et reliée au corps cylindrique par l'intermédiaire d'une cornière en fer, de 25 mm. d'épaisseur.

Les corps cylindriques seront formés de viroles de section absolument circulaires et de même diamètre. Les couvre-joints qui les assemblent seront en acier doux sans solution de continuité, sans couture, parfaitement cylindriques et serrant sur les viroles qu'ils doivent assembler.

Dôme. — 2° Le dôme aura un diamètre de 650 mm. intérieur. Il sera assemblé à l'aide de deux collets, en forme de cornière de 20 mm. d'épaisseur, rivés l'un sur le dôme, l'autre sur le socle. Ces collets seront parfaitement plans et dressés sur toute leur surface ; ils seront assemblés par des boulons de 20 mm. placés à 60 mm. d'écartement.

Boîte à feu extérieure. — 3° La boîte à feu extérieure aura 2,921 m. de longueur extérieure, et sera en tôle de fer de 14 mm. d'épaisseur ; elle sera reliée au corps cylindrique par une selle forgée de 13 à 15 mm. sans l'aide de fers d'angle. Un cadre en fer forgé d'une pièce avec la partie formant porte de foyer sera placé à la partie inférieure pour faire fermeture entre la boîte à feu extérieure et le foyer. Ce cadre sera plané sur ses faces en contact avec les tôles en fer et en cuivre.

Indications spéciales. — 4° La paroi d'arrière et la selle de la boîte à feu extérieure, le dôme, la plaque tubulaire d'avant et en général toutes les tôles de fer ayant à subir un travail d'emboutissage seront des tôles n° 5.

Toutes autres tôles de fer soumises à l'action de la vapeur seront des tôles n° 4.

La tôle porte-tubes d'avant sera percée d'une ouverture autour de laquelle elle sera dressée, afin d'y ajuster le collet du régulateur. Ce joint devra être particulièrement soigné.

L'assemblage des tôles sera fait comme il est indiqué aux plans qui renseignent sur les différentes dispositions de la rivure pour les joints horizontaux et verticaux ; les tôles et couvre-joints du corps cylindrique seront coupés d'équerre. Tous les rivets seront en fer fin grain, les rivets du cadre du foyer auront 23 mm. de diamètre et les autres 21 mm. Tous les rivets seront écartés de centre à centre de 51 mm. environ, cet écartement étant pris en ligne continue pour les rivures simples et en ligne diagonale pour les rivures doubles.

Les trous des rivets dans les tôles seront percés à un diamètre tel que, lors de leur assemblage, ils puissent être alésés sur toute leur surface. Les rivets seront à froid, d'un diamètre inférieur seulement d'un demi-millimètre (au maximum) à celui des trous qu'ils doivent remplir ; la tête sera faite au petit marteau à main, l'étampe ne devant servir qu'au parachèvement. Les rivets du cadre du foyer seront placés avec un soin tout particulier et entièrement achevés au petit marteau, sans emploi de l'étampe.

Le rivetage des chaudières pourra également être exécuté au moyen des appareils hydrauliques.

La pression initiale à employer pour la pose des rivets ne pourra pas, dans ce cas, dépasser 20 000 kg. sur le piston riveur, sauf pour les rivets du cadre où elle pourra être portée à 30 000 kg.

Préalablement à l'assemblage des tôles, des soins suffisants devront être apportés à l'ébarbage des arêtes des tôles et des trous de rivets, ainsi qu'à l'enlèvement des pellicules de rouille sur les faces à mettre en contact, pour pouvoir assurer si possible l'étanchéité des joints sans l'aide du matage.

La surface des tôles qui doit être baignée par l'eau et la vapeur, ainsi que la partie opposée des mêmes tôles, qui doit être recouverte par les couvre-joints, seront débarrassées de toutes rugosités ou pellicules d'oxyde, de façon à assurer un contact de métal à métal. A cet effet, les tôles seront badigeonnées d'acide chlorhydrique dilué dans de

l'eau de façon à dissoudre et à détacher toute trace d'oxyde. Les tôles seront ensuite lavées et nettoyées par une solution de chaux, de façon à enlever toute trace d'acide chlorhydrique. Si les tôles ne doivent pas être employées immédiatement après cette opération, elles seront protégées contre la rouille ultérieure par un mélange de térébenthine et d'huile.

Si le matage était jugé indispensable pour assurer certains joints, il est recommandé de n'en faire usage que pour les joints extérieurs. Dans ce cas, le matage anglais seul pourra être employé.

Des trous de lavage seront placés aux endroits indiqués aux plans avec le mode de fermeture désigné par l'Administration.

Deux trous de lavage seront aussi ménagés dans la tôle porte-tubes d'avant, sous les tubes ; ils seront fermés par des bouchons coniques en bronze, et filetés avec le pas correspondant à un boulon d'un demi-pouce Whitworth.

Toutes les barres de fer servant à entretoiser les parties planes de la chaudière seront en fer n° 5. La chaudière sera timbrée à 10 atmosphères.

Foyer. — 5° Le foyer (boîte à feu) et les entretoises des parois verticales seront en cuivre rouge.

Le foyer aura les dimensions suivantes :

De longueur, 2,710 m. en haut à 2,745 m. en bas ;

De largeur, 1,245 m. en haut à 1,900 m. en bas ;

De hauteur, 1,253 m. à l'avant à 0,883 m. à l'arrière.

Toutes ces dimensions prises à l'intérieur.

Les parois verticales du côté et d'arrière, ainsi que le ciel auront 14 mm. d'épaisseur : la tôle porte-tubes aura 14 et 25 mm. d'épaisseur. Les tôles seront assemblées par des rivets de 21 mm. de diamètre placés à 51 mm. d'écartement de centre à centre.

Les entretoises des parois verticales seront en cuivre de 22 et 28 mm. de diamètre ; elles seront filetées suivant le modèle donné par l'Administration et devront serrer dans les tôles, qui seront filetées ; les bouts seront coupés sans chocs ni coups ; les extrémités extérieures seront martelées en forme de tête de rivets ; les têtes à l'intérieur du foyer seront faites en écrasant les bords de la saillie de l'entretoise, laquelle saillie ne sera que de 4 mm.

Les ciels des foyers seront entretoisés avec la partie correspondante de la boîte à feu extérieure, par des boulons en fer filetés dans les deux tôles et maintenus par des écrous placés à l'intérieur du foyer. Avant le placement de cet écrou, le cuivre aura été soigneusement maté autour du filet du boulon.

Les coins du foyer seront pliés à un rayon extérieur de 44 mm. à l'endroit du cadre.

Les foyers seront munis de deux bouchons fusibles, placés sur le ciel du foyer, l'un près de la tôle porte-tubes, l'autre vers le milieu de la longueur.

Boîte à fumée. — 6° La boîte à fumée sera faite en tôle n° 4 et de 10 mm. d'épaisseur rivée sur la tôle porte-tubes ; la tôle d'avant de 12 mm. d'épaisseur y sera fixée par un fer d'angles de 70 × 70 × 12 et par des boulons de 16 mm. placés à 62 mm. d'écartement.

La cheminée sera faite en bonne tôle de 6 mm. d'épaisseur et sera fixée à la boîte à fumée avec des boulons de 16 mm.

Un garde-flammèches en toile métallique à mailles de 6 mm. sera placé à la cheminée.

Tubes. — 7° La chaudière sera munie à l'intérieur de 251 tubes bouilleurs en fer au bois de toute première qualité sans rugosités ni en dehors ni en dedans, de 45 mm. de diamètre extérieur et de 3,510 m. de longueur.

Les trous dans les plaques porte-tubes devront être alésés cylindriques, et les tubes à l'extrémité fixée à la boîte à feu y seront placés avec viroles en acier de 2 1/2 mm. d'épaisseur.

Ils devront avoir été essayés à l'eau par le fabricant et devront avoir supporté une

pression extérieure de 12 atmosphères sans présenter aucune fuite ni fissure. Ils devront, avant leur placement, être envoyés à la commission de réception pour être examinés et essayés.

Les frais de transport pour l'envoi et le retour des tubes seront à la charge de l'entrepreneur.

La commission de réception pourra, si elle le juge utile, répéter l'essai à l'eau ci-dessus, qui aura été pratiqué par le fabricant avant l'envoi des tubes.

Les tubes devront avoir une épaisseur uniforme de 2 1/2 mm. d'un bout à l'autre.

Un certain nombre de tubes pris dans la fourniture devront pouvoir être emboutis dans des conditions au moins aussi favorables que les modèles déposés.

Les viroles seront en acier, tournées exactement comme l'indiquent le plan et les modèles, et d'une épaisseur bien uniforme.

Sous les chocs répétés d'un marteau à main, elles devront, sans présenter des fentes, pouvoir s'aplatir jusqu'à ce que l'un des diamètres soit réduit de moitié.

Grilles et cendriers. — 8° Les grilles assemblées en paquets seront confectionnées rigoureusement d'après les plans de l'Administration, sans tolérance pour les longueurs ; leurs supports seront placés aux écartements exacts donnés par les plans. Cet écartement sera vérifié au moyen d'un calibre fait aux dimensions indiquées par les plans.

Les cendriers seront faits en tôle n° 3 de 5 mm. Ils seront solidement fixés au cadre du foyer.

E. Chassis, longerons, roues, essieux, ressorts, boîtes a graisse. — *Longerons.* — 9° Les longerons seront confectionnés en fer nerveux de toute première qualité et préférablement en fer de masse. Il ne sera pas toléré de doublure ni de défaut de soudure.

Les longerons extérieurs auront 30 mm. d'épaisseur, et le longeron intérieur 25 mm. ; ils seront parfaitement dressés sur leurs deux faces.

La fixation des longerons, tant intérieure qu'extérieure, à la boîte à fumée et aux cylindres, sera faite par des boulons dont le placement sera l'objet de soins tout particuliers. Les trous seront parfaitement cylindriques et concorderont absolument d'une pièce à l'autre ; à cet effet, l'alésage de ces trous sera fait, les pièces étant mises en place. Les boulons seront fabriqués avec le fer le plus tenace et le plus dur, tournés exactement cylindriques ; les traits du tour seront enlevés à la plane pour obtenir un poli parfait ; enfin, ils seront chassés dur et serrés à fond. Les tôles-supports fixées aux longerons, les guides de colonnes de ressorts, etc., auront leurs trous de boulons soigneusement alésés avec les longerons, et tous leurs boulons seront tournés et chassés en place. Il en sera de même pour les guides de boîtes à graisse qui seront en fonte pure mélangée de 2 0/0 d'étain.

Supports-châssis. — 10° Le tablier sera en tôle unie de 7 mm. d'épaisseur et de 8 mm. à l'arrière ; il sera maintenu rigide par une cornière à l'extérieur et un fer T à l'intérieur, rivés sur toute leur longueur.

Une traverse en bois frettée à ses extrémités et recouverte sur le devant d'une tôle de 5 mm. d'épaisseur sera placée à l'avant de la machine ; elle portera un crochet d'attelage avec tendeur et des buttoirs du système admis par l'Etat ; ces pièces seront placées suivant les écartements et hauteurs réglementaires.

La traverse en tôle d'arrière est portée à 25 mm.

La partie d'avant du cadre du foyer est supportée par le châssis de façon à permettre la dilatation de la chaudière.

A cet effet, le foyer glissera sur le support en question.

La tôle support d'arrière sera fixée aux longerons par des fers d'angle de 90 × 90 × 18 mm. et aura 14 mm. d'épaisseur.

Cette tôle sera forcée de manière à ne supporter aucune fatigue lorsque la chaudière est sous pression.

CHAPITRE III. — **Conditions spéciales.** — Les bandages seront en acier. La teneur en carbone ne pourra être inférieure à 0,30 0/0.

Les bandages devront être fabriqués de lingots fortement martelés sur toutes les faces avant le laminage, et non de rondelles coulées simplement laminées.

Le fabricant examinera soigneusement les lingots avant leur mise en œuvre. Tous ceux présentant des criques, soufflures ou autres défauts quelconques ou ceux provenant de coulées jugées défectueuses, seront écartés.

Les bandages seront sans défaut et conformes sous le rapport de la section aux profils indiqués aux plans déposés.

Ils porteront la date d'approbation du marché, la marque du fabricant et celle du fournisseur s'il y a lieu, ainsi que le numéro de la coulée ; ces trois dernières marques seront frappées à chaud sur chaque bandage.

La commission de réception fera poinçonner les bandages acceptés. Elle pourra y apposer une marque particulière, s'ils sont rebutés. A cet effet chacun d'eux présentera sur la face opposée au rebord trois cavités ovales ou rectangulaires de 15 mm. de hauteur et de 4 à 5 mm. de profondeur ; deux de ces cavités auront 45 mm. et l'autre 25 mm. de longueur.

Ces cavités ainsi que les marques prescrites ci-dessus seront placées sur la face opposée au rebord et seront suffisamment éloignées de la surface de roulement pour que le tournage ne puisse les faire disparaître.

Les bandages seront présentés par séries comprenant tous les bandages d'un même lot. Chaque série devra comprendre une pièce supplémentaire destinée aux essais.

Les bandages seront examinés et essayés au magasin par la commission de réception.

La commission commencera par rebuter les bandages qui présenteront des défauts extérieurs tels que lignes, criques, fentes en long ou en travers, etc.

Les bandages à essayer seront soumis au choc d'un mouton de 1 000 kg. tombant d'une hauteur de 6,60 m. ou d'un poids P tombant d'une hauteur H, déterminés par la formule :

$$PH = 6\,600 \text{ kilogrammètres.}$$

Pour subir cet essai le bandage sera placé de façon à ce que le point diamétralement opposé à celui qui reçoit le choc du mouton porte sur une enclume reposant elle-même sur une chabotte de fonte de 10 000 kg. environ.

Le nombre de coups de mouton sera de trois ; après le deuxième coup la réduction du diamètre vertical du bandage ne pourra être supérieure au septième (1/7) du diamètre intérieur primitif.

Si, ensuite de l'essai au choc, le diamètre vertical du bandage est réduit de plus d'un septième (1/7) après le deuxième coup de mouton, ou si après le troisième coup le bandage se brise ou présente une crevasse, la fourniture sera rebutée. Toutefois, lorsque l'essai aura été défavorable, il sera loisible à la commission de décider s'il y a lieu d'accorder le double essai ; celui-ci portera sur deux bandages et, si ces derniers résistent aux épreuves au choc qui précèdent, la fourniture pourra être acceptée.

Tous les bandages ayant subi l'essai du mouton sont considérés comme rebutés.

Les bandages rebutés, n'importe pour quelle cause, seront rendus aux fournisseurs après apposition d'une marque de rebut par la commission de réception, qui aura le droit de se les faire représenter à toute époque jusqu'à complet achèvement du marché. Ils devront être enlevés dans le délai prescrit à l'article 10 du cahier général des charges.

Il est également admis que, sur la demande du fournisseur ou de son représentant, la commission pourra faire porter les essais du mouton sur les bandages précédemment rebutés pour défauts n'impliquant pas la résistance de la matière employée.

Les bandages rebutés, soit pour cause de défauts, soit par suite d'essais, pourront être cassés par la commission de réception, afin de lui permettre de juger de la qualité de la

matière employée, sans que l'entrepreneur puisse prétendre à aucune indemnité de ce chef.

Outre les essais indiqués ci-dessus, l'Administration se réserve de soumettre chaque bandage, après montage sur roue, à des essais au marteau, soit à la main, soit à l'aide d'appareils spéciaux ; tout bandage qui ne résisterait pas à ces essais, sera remplacé par les fournisseurs.

Frein. — La locomotive sera munie de l'appareil à contre-vapeur.

Essieux droits. — Les essieux droits seront en acier Bessemer ou tout autre, pourvu qu'il soit de bonne qualité, fabriqués de lingots fortement martelés, sans défauts, tels que lignes, criques, etc.

Ils porteront le nom ou la marque du fournisseur et du fabricant, s'il y a lieu, ainsi que la date de l'approbation du marché.

Ils seront présentés à l'état brut en une fourniture, y compris un essieu droit des roues extrêmes supplémentaire destiné aux essais.

La Commission de réception fera marquer tant les essieux admis que ceux qui ne le sont pas. A cet effet, chaque essieu devra présenter, vers son point milieu, une cavité ovale ou rectangulaire qui permette d'y apposer la marque et qui aura au moins 0,025 de longueur, 0,015 m. de largeur et 0,005 m. de profondeur.

Les essais auront lieu de la manière suivante :

On commencera par rebuter les essieux qui présenteront des défauts extérieurs, tels que lignes, criques, etc. ; ensuite, la commission choisira un des essieux restant, lequel, placé sur deux appuis écartés de 0,90 à 0,92 m., sera soumis à l'épreuve d'un mouton dont le poids sera compris entre environ 1 600 et 2 000 kg. et la hauteur de chute déterminée par la formule ci-après :

$H = \frac{0.34\ D^2}{M}$, dans laquelle D représente le diamètre réel au milieu de la pièce essayée, exprimé en millimètres, et M le poids du mouton.

Si, dans cet essai, l'essieu se casse ou présente une crevasse transversale qui s'étende en profondeur au delà de la moitié du diamètre de l'essieu, toute la fourniture sera rebutée.

Toutefois, quand l'essai de l'essieu pris sur la fourniture aura donné un résultat défavorable, il sera loisible au fournisseur de réclamer de la commission de réception un nouvel essai qui portera sur deux essieux, et si ces derniers se comportent convenablement, la réception de la fourniture pourra avoir lieu.

Les essieux essayés, étant dans tous les cas considérés comme rebutés, resteront pour compte du fournisseur.

Sur la demande du fournisseur ou de son représentant, la Commission pourra faire porter les essais au mouton sur les essieux rebutés pour défaut n'impliquant pas la résistance de la matière employée.

En outre, les essieux rebutés soit pour cause de défauts, soit par suite d'essais, pourront être cassés par la commission de réception, notamment afin de lui permettre de juger de la qualité de la matière employée. L'entrepreneur ne pourra prétendre, de ce chef, à aucune indemnité. Si cette qualité n'est pas reconnue suffisante, toute la fourniture pourra être rebutée, quand même les essais ci-dessus indiqués auraient donné des résultats favorables.

Les essieux rebutés pour quelque cause que ce soit seront rendus au fournisseur après apposition d'une marque de rebut par la commission de réception, qui aura le droit de se les faire représenter à toute époque jusqu'à complet achèvement du marché. Ils devront être enlevés dans le délai fixé à l'article 10 du cahier général des charges.

Les coulants, parfaitement polis et cylindriques, seront exempts de raies, fentes, etc. Les plats résultant du matage seront considérés comme cause de rebut.

Les essieux bruts, admis par la Commission, seront renvoyés à l'entrepreneur pour les parachever; les frais de transport, pour l'envoi et le retour de ces pièces, seront à la charge de l'adjudicataire.

Essieux coudés. — Les essieux coudés seront de qualité extra, en fer ou en acier, au choix du fournisseur. Toutefois, celui-ci est tenu de faire apposer sur les essieux coudés une marque indiquant la nature du métal.

Les différentes dimensions indiquées aux plans seront observées avec la plus rigoureuse exactitude. Toutes les parties frottantes seront parfaitement polies ; le corps entier des essieux sera blanchi.

Les *plats*, résultant du matage des raies et lignes dans les parties frottantes, seront considérés comme cause de rebut.

Les coulants seront parfaitement cylindriques et la plus grande attention sera apportée pour qu'ils n'acquièrent pas au tour le moindre cône sur la longueur.

Les essieux coudés porteront le nom et la marque du fournisseur et du fabricant, s'il y a lieu, ainsi que de l'année de la fourniture.

Roues. — Les corps de roues seront entièrement en fer forgé de bonne qualité ; les soudures des rais, du moyeu et de la fausse jante parfaitement exécutées. Ils seront construits exactement aux dimensions des plans, sans aucune tolérance sur le diamètre.

Ils seront bien venus de forge, sans défaut. Les bras seront droits.

Le diamètre à la jante (le bandage enlevé) sera de 1,174 m.

Les jantes seront tournées et il ne pourra exister de place non touchée par l'outil du tour.

Le moyeu sera tourné sur ses faces verticales et son œil alésé de façon à s'adapter parfaitement sur la portée du calage.

Les roues du système Arbel sont admises au même titre que les types actuellement existants.

Les bandages seront en acier, cerclés, sans soudures, dressés sur toutes leur faces et d'une épaisseur de 63 millimètres sur la partie de roulement, de façon que les roues auront en cet endroit 1,300 m.

Les roues seront pourvues de contrepoids conformes aux indications des plans.

Les bandages seront placés à chaud sur les roues, écartés sur un même essieu, de 1,357 m., mesure prise sur la face intérieure, et fixés par prisonniers, le nombre égal à la moitié de celui des rayons. Ces prisonniers seront en fer fin grain dur et exactement conformes au modèle déposé.

Cet écartement de 1,367 m. entre les bandages d'un même essieu, sera porté à 1,365 m. pour ceux de l'essieu coudé.

Les roues seront placées bien symétriquement par rapport au milieu des coulants.

Le calage des roues sur les essieux se fera à la presse hydraulique sous une pression d'au moins 80 000 kg.

Les cales des roues seront en acier, parfaitement dressées, remplissant complètement les rainures et chassées au refus d'un marteau de 7 kg.

Les attaches des bandages sur les roues seront conformes aux plans et exécutées avec le plus grand soin.

Ressorts. — Les ressorts seront entièrement conformes quant à leur forme et dimensions, aux indications des plans déposés ; ils seront en acier fondu de premier choix et conformes à l'échantillon également déposé.

Les feuilles de ces ressorts seront trempées d'une façon uniforme et blanchies à la meule sur les faces en contact.

Le jeu entre les feuilles sera le moindre possible et devra décroître régulièrement à partir de la maîtresse-feuille.

Les ressorts seront fabriqués droits sans aucune flèche, les lames seront régulièrement étagées : leur flexibilité sera d'environ 19 mm. par tonne. Ils seront essayés à une charge de 11 000 kg. et sous cet effort ils ne pourront dépasser la flèche de 210 mm.

Ils devront fléchir uniformément sous la charge, c'est-à-dire subir des déformations proportionnelles à celle-ci et ils ne devront conserver aucune flèche par suite des essais.

Placée sur deux appuis distants de 25 mm. une feuille quelconque des ressorts devra pouvoir supporter, sans rupture, le choc d'un mouton de 50 kg. tombant d'une hauteur :

$H = \frac{S}{6}$, la section étant exprimée en millimètres carrés et la hauteur en cm.

La Commission, pour s'assurer de la qualité de l'acier, fera briser quelques feuilles des ressorts de la fourniture, et la cassure que l'on obtiendra au moyen du marteau, après qu'un coup de tranche aura été donné, devra présenter une texture fibreuse analogue à celle de l'échantillon d'acier déposé.

Cet essai, de même que le précédent, sera pratiqué sur une proportion de 2 0/0 des ressorts à minimum d'une pièce.

Les ressorts auront une longueur de 1,50 m. d'axe en axe des tringles de suspension et seront composés de 23 feuilles de 100 × 10 millimètres.

Les brides seront en fer forgé d'une barre, de façon à n'avoir qu'une seule soudure ; les coins de ces brides seront vifs, de section pleine, et obtenus en faisant venir sur ladite barre, à l'endroit des plis, une surépaisseur qui sera obtenue par un martelage et non par soudure.

Ils ne pourront être présentés en réception provisoire que munis de leur collier.

Les pièces à frottement de la suspension ainsi que les colonnes-supports seront cémentées et trempées à la profondeur de 1 mm, sauf les parties filetées.

Colonnes de ressorts de suspension. — Ces pièces, confectionnées en fer de masse et filetées au tour, devront supporter un effort de traction de 10 000 kg. sans déformation permanente. Une colonne sur 30 (avec minimum d'une pièce, si la partie présentée en comprend moins de 30) sera essayée jusqu'à rupture, laquelle ne pourra se produire sous un effort moindre que 30 000 kg.

Chaque série de 30 pièces au moins présentées en réception devra donc comprendre une colonne supplémentaire destinée aux essais.

Boîtes à graisse. — Les boîtes à graisse extérieures seront en acier d'excellente qualité, exactement conformes aux indications du plan déposé et coulées conformément aux règles de l'art.

Elles ne pourront présenter ni soufflures, ni bavures, ni autres défauts. Il ne sera remis ni calibres ni modèles de moulage.

La boîte intérieure des roues motrices sera en fer forgé, la plus grande attention sera apportée pour éviter de tourmenter le fer par le travail en matrice. Ce sera donc par des opérations successives que la pièce sera amenée à sa forme définitive et non par un écrasement brusque qui en dénaturerait la texture. Les coussinets seront parfaitement calibrés et ajustés avec tout le soin possible. Dans les boîtes avec coussinets à rappel, le contact de ces coussinets entre eux et avec la boîte sera d'un poli parfait comme pour des pièces à frottement. Il ne pourra exister le moindre jeu entre ces pièces.

F. RÉGULATEUR, CYLINDRES, MÉCANISME, MOUVEMENT DE DISTRIBUTION.

Régulateur. — Le régulateur sera en fonte de bonne qualité avec un collet, bien dressé, pour venir s'ajuster contre la tôle porte-tubes d'avant.

Le joint sera fait avec un soin tout particulier, au fil de cuivre. Le corps du régulateur sera en fonte de cylindre avec deux lumières qui seront faites dans une table horizontale parfaitement dressée au grattoir et polie.

Les glissières seront en bronze et parfaitement dressées.

Les tuyaux de prise de vapeur seront en cuivre rouge de 4 mm. d'épaisseur.

Cylindres. — Les cylindres bruts, tels qu'ils sont coulés munis de leurs témoins, seront présentés en réception provisoire à l'usine du constructeur après avoir été soigneusement ébarbés et nettoyés. Chaque cylindre recevra une marque spéciale appliquée sur un plat limé *ad hoc ;* cette marque sera reproduite sur les témoins, de façon que l'on puisse reconnaître en tout temps ceux qui se rapportent à un cylindre donné.

La Commission de réception aura la faculté d'envoyer à Malines, pour y être examinés et essayés, les témoins détachés lors de la réception provisoire.

Les cylindres porteront une marque indiquant le nom du fournisseur et du fabricant, s'il y a lieu, le type du cylindre et la date de l'approbation du marché.

Cette marque venue de fonte devra être placée dans un endroit tel qu'elle ne disparaisse pas par suite de l'ajustage du cylindre et qu'elle reste visible après le montage.

Les fontes seront de toute première qualité, pour l'emploi auquel elles sont destinées, elles devront donc présenter un beau poli, sous l'action du frottement des pistons et des tiroirs.

L'usure des surfaces de frottement sera aussi réduite que dans les meilleurs cylindres produits par l'industrie.

Les fontes devront aussi posséder une grande résistance à la rupture ; chaque cylindre sera coulé avec deux témoins de forme cylindrique de 45 mm. de diamètre et de 40 cm. de longueur.

Ces témoins, venus de fonte, seront facilement détachables. Ils seront essayés à la traction et à l'écrasement, la résistance à la traction sera au minimum de 17 à 18 kg. par millimètre carré ; la résistance à l'écrasement sera au minimum de 75 kg. par millimètre carré.

Le diamètre intérieur des cylindres sera de 500 mm., et leur épaisseur de 27 mm. ; ils seront assemblés suivant des axes parallèles. Les boulons d'assemblage seront tournés et chassés dur dans des trous alésés.

Les couvercles des cylindres et des chambres de vapeur seront ajustés, polis et fixés avec un joint au fil de cuivre ; les couvercles extérieurs seront protégés par une tôle mince contre le refroidissement et munis d'une poignée en fer pour faciliter la manœuvre du montage.

Les tables des cylindres seront percées des lumières indiquées aux plans perpendiculaires sur l'axe du mouvement du tiroir, et faites avec des arêtes droites et vives. Les tables seront dans un plan parfaitement parallèle à l'axe des cylindres : leur surface sera saine, sans soufflures et parfaitement dressée et polie.

Les cylindres dont les tables de tiroirs n'offriraient pas l'épaisseur voulue, seront refusés; aucune considération n'engagera l'Administration à user de tolérance sous ce rapport.

Tous les passages de vapeur seront de section constante, sans étranglement; leurs surfaces intérieures seront soigneusement ébarbées après la coulée, afin de n'offrir aucune résistance au passage de la vapeur.

Il ne pourra exister nulle part dans les cylindres, aux différents joints, des portées d'ajustement ; les joints seront donc faits sur toute la portée des parties en contact. Le tuyau de décharge de vapeur sera en cuivre rouge de 4 mm. et exécuté suivant les plans.

Les glissières seront en bronze, coulées avec le plus grand soin pour que le mélange soit régulièrement fait.

Les cylindres seront munis de robinets purgeurs à chacune de leurs extrémités : ces robinets seront manœuvrés de la plate-forme du machiniste.

L'arbre sur lequel seront calés les petits leviers sera supporté dans des douilles indépendantes des robinets. Les ouvertures seront dirigées pour souffler vers l'avant. Chaque cylindre sera muni d'un appareil de graissage Henrotte ou Kesseler, placé sous le couvercle d'avant, et d'un graisseur système Roscoë sur la chapelle.

Le diamètre de la soupape, pour les appareils Henrotte ou Kesseler, sera compris entre 6 et 8 mm. et le jeu de celle-ci ne pourra excéder 2 mm.

Pistons, crosses, guides. — Les pistons ne laisseront rien à désirer sous le rapport du fini du travail. Les matériaux seront de toute première qualité.

Le plateau et les garnitures seront en fonte et coulés sans aucun défaut.

La tige du piston sera en acier fondu.

Le montage du plateau sur la tige se fera à froid et l'écrou sera serré au moyen d'un levier de 2 mètres de longueur au bout duquel 4 hommes agiront jusqu'à refus. Enfin, un coup de burin donné dans le filet contre l'écrou empêchera le desserrage de ce dernier.

Les crosses de piston seront cémentées et trempées sur une épaisseur de 2 1/2 mm.; la tige du piston s'y fixera par une clavette conique. La douille qui recevra la tige du piston sera aussi conique de 1/25 pour le serrage (fig. 500).

L'extrémité de la tige ne devra pas porter au fond de la douille; une ouverture de 25 mm. sera ménagée au fond de la douille de la crossette pour servir au démontage de la tige. Les pivots des crossettes seront en fer, cémentées et trempées sur une épaisseur de 2 1/2 mm.

Le patin inférieur des crosses et le dessus de la crosse seront en fonte fine mélangée de 3 0/0 d'étain, tous les ajustements seront parfaits, sous tous les rapports, d'exactitude et de fini, les faces frottantes parfaitement polies.

Les crossettes des tiges des tiroirs devront également être confectionnées en fonte fine mélangée de 3 0/0 d'étain.

Les guides seront en acier fondu non trempé.

En vue de vérifier la position des pistons par rapport aux couvercles des cylindres, les guides et les coulisseaux extérieurs porteront les traits de repère ci-après :

1° Un trait tracé sur le milieu du coulisseau au-dessus du pivot;

2° Deux traits tracés sur le guide supérieur à l'avant et à l'arrière et correspondant aux positions qu'occupe le point de repère du coulisseau lorsque, la bielle étant démontée, le piston est amené au contact des couvercles;

3° Deux traits sur le guide supérieur à l'avant et à l'arrière et correspondant à la position qu'occupe le point de repère du coulisseau lorsque, avec la bielle montée, le piston est à fond de course.

Mécanisme de distribution. — Les poulies excentriques seront en fer cémenté non trempé. Elles seront fixées sur l'essieu moteur par deux boulons de pression cémentés et trempés, puis calés; enfin elles seront soigneusement rodées sur la circonférence.

Les colliers d'excentrique seront en deux parties, assemblées par deux boulons tournés et chassés dur ; ces boulons, ainsi que les trous dans les oreilles, seront soigneusement alésés. Les colliers seront munis au-dessus de réservoirs à huile et à siphon.

Les coulisses, tringles de suspension et de transmission de mouvement, leviers, etc., servant à la distribution de vapeur, seront en fer fin grain sans traces de soudure. Les coulisseaux seront en acier fondu. Les ajustements de toutes ces pièces seront d'une exactitude mathématique et sans bridement; les douilles d'une même pièce seront parallèles; elles seront exactement cylindriques, alésées et rodées, non par le pivot qui doit y être placé mais par un rodoir spécial; les pivots seront aussi rodés séparément, bien ronds, sans cône, de façon qu'ils ne ballottent pas; il en sera de même pour le coulisseau dans la coulisse.

Toutes les articulations indistinctement seront cémentées et trempées à la profondeur d'au moins 1 mm.

Il ne sera pas accordé de tolérance dans l'exécution du mécanisme ; toute imperfection entraînera le rebut de la pièce. L'appareil de changement de marche à vapeur sera aussi bien exécuté que possible.

Bielles et manivelles. — Les bielles motrices et les bielles d'accouplement seront en fer fin grain; les bielles motrices seront munies de coussinets en bronze avec clefs de rappel et de réservoirs à l'huile venus de forge avec les bielles ; leur ajustement sera aussi soigné que possible.

Les têtes des bielles motrices seront cémentées et trempées sur une épaisseur de 2 mm.

Toute trace de solution de continuité qui paraîtrait à la surface sera cause de rebut.

Les têtes de bielles d'accouplement seront rondes, sans rappel au coussinet (fig. 533).

Elles seront construites d'après la disposition du plan remis par l'Administration ; les bagues-coussinets seront mises en place au moyen de la presse hydraulique.

Les manivelles devront donner une continuation du nerf du fer du bras de la manivelle dans le bouton. Elles seront calées à la presse hydraulique, sur les essieux, à une pression d'au moins 80.000 kg.

G. ROBINETTERIE, TUYAUX, APPAREILS DIVERS ET ACCESSOIRES. GARNITURE.

Injecteurs, prise d'eau. — Chaque locomotive sera munie de deux injecteurs entièrement en bronze, l'un du n° 8, l'autre du n° 10, munis chacun d'une soupape de retenue; les appareils seront au gré des fournisseurs d'un des types Friedmann, Dixon, tous deux agréés par l'Administration. Il est entendu toutefois que l'entrepreneur prendra à sa charge tous les frais pouvant résulter des droits de brevet ou des revendications auxquelles ces droits pourraient donner lieu, le cas échéant.

Ils seront en communication indépendante avec le tender par deux tuyaux en cuivre rouge de 3 mm. d'épaisseur, et une rotule commune en laiton.

Les injecteurs recevront la vapeur de la chaudière par un tuyau d'une section correspondant à la tubulure. Les tuyaux seront fixés chacun à un robinet monté sur la boîte à feu.

Appareils de sûreté. — Chaque machine aura un appareil de niveau d'eau à deux tubes étagés. Un manomètre d'un type adopté par l'Administration, indiquant jusqu'à 12 atmosphères, sera fixé à l'arrière du foyer.

Le manomètre et le niveau d'eau seront éclairés par une même lanterne en cuivre.

Les soupapes de sûreté seront du système Wilson.

Sifflets, robinets, tuyaux, accessoires. — Un sifflet d'avertissement et un sifflet d'alarme seront placés à portée du machiniste et du chauffeur. Un souffleur de vapeur de 18 mm. de diamètre intérieur sera placé dans la cheminée ; il recevra la vapeur par un tuyau en cuivre rouge monté sur un robinet.

Le robinet de prise de vapeur pour injecteur et le robinet souffleur seront autoclaves, comme il est indiqué aux plans.

Une double soupape de retenue avec robinets sera placée à l'arrière du foyer pour recevoir les tuyaux d'introduction des injecteurs, les robinets seront placés entre les soupapes et la poche. — Les tuyaux d'introduction seront au diamètre de la tubulure correspondante des appareils et auront une épaisseur de 3 mm. Un petit purgeur sera placé après chaque injecteur entre les deux soupapes à la partie inférieure du tuyau qui les réunit. Tous les tuyaux seront en cuivre rouge de tout premier choix et la soudure sera particulièrement soignée. Le constructeur soignera, d'une façon toute spéciale, la fabrication de toute la robinetterie et des tuyaux ; le mélange complet et parfaitement homogène des métaux constitutifs des bronzes et laitons, étant une condition essentielle d'un bon et long usage de ces pièces, sera bien soigné ainsi que le rodage des pièces frottantes.

Les joints seront soignés et faits en vue de résister à la grande pression de la vapeur. Pour cela, les tôles seront nettoyées et dégrossies à l'endroit de ces joints pour assurer contact non interrompu sur toute la circonférence au fil de cuivre qui doit les rendre étanches.

Des soins égaux devront être apportés à la confection des robinets purgeurs et des graisseurs des cylindres à vapeur.

Un support de disque sera fixé à l'avant vers le haut de la boîte à fumée au-dessus de la porte.

Garniture. — La garniture des machines sera faite en tôles de 2 mm. d'épaisseur, qui envelopperont toutes les parties de la chaudière exposées au refroidissement; elle sera faite de manière à ne pas permettre un renouvellement de la couche d'air comprise entre elle et la surface qu'elle recouvre. La plus grande attention sera donc apportée à ce que toutes les extrémités soient bien fermées. Le dôme et le siège de la soupape seront protégés par des enveloppes en fer bien parachevées et profilées exactement suivant les dessins de l'Administration. Ces enveloppes seront solidement attachées sur la garniture du corps cylindrique.

Les ouvertures correspondantes qui seront faites dans cette garniture seront consolidées par des cadres d'un centimètre, rivés sur les bords à l'intérieur et dans lesquels viendront se fileter les boulons d'attache des enveloppes.

En général, aucune pièce ne pourra être boulonnée sur la garniture, sans qu'à l'endroit des boulons ou des prisonniers il ne se trouve une doublure d'un centimètre, fixée par des rivets.

Les tôles de garniture seront montées sur un châssis en fer bien établi sur la chaudière et de façon à bien fixer toutes les extrémités des tôles. Des cercles avec boulons de tension seront placés au recouvrement des tôles sur le corps cylindrique, et les extrémités de l'enveloppe de la boîte à feu seront recouvertes par des pièces en laiton embouties sur tout le contour.

La fixation de toute la garniture sera faite de manière à assurer un démontage et un remontage faciles.

La garniture sera percée d'ouvertures correspondant aux collets des robinets à l'endroit de leurs joints sur la chaudière. Les ouvertures seront garnies, autour de leur circonférence, d'une cornière qui fermera l'espace compris entre la garniture de la chaudière. Il en sera de même pour les boîtes à bourrage de la tige du modérateur.

Les machines seront munies de guide-mains fixés sur le corps cylindrique de chaque côté ainsi qu'à l'avant de la boîte à fumée. Le garde-corps de la plate-forme du machiniste sera solidement fixé au tablier et à la colonne qui sera boulonnée à la traverse d'arrière.

Peinture. — La peinture de la machine sera faite avec tout le soin possible en faisant choix des meilleures couleurs, dont la nuance devra être exactement semblable à celle adoptée par l'Administration. Les longerons seront soigneusement poncés, ainsi que les tôles de la boîte à fumée. Les traverses d'avant seront dans tous les cas peintes en rouge. L'Administration se réserve de donner ultérieurement les indications, quant aux matières à employer et au nombre de couches qu'elle pourrait juger nécessaire d'appliquer.

Numéros d'ordre. — Les numéros d'ordre seront appliqués sur les machines, par les soins et aux frais du constructeur. Ces numéros seront indiqués en temps utile par l'Administration.

Dispositions générales. — *Plans.* — *Perfection du travail.* — Si l'entrepreneur jugeait utile d'apporter une modification ou un complément aux plans qui lui ont été fournis par l'Administration, il devrait s'adresser à la Direction de la traction et du matériel pour en obtenir l'autorisation.

Dans ce cas, il est tenu de communiquer, à cet effet, à l'Administration les plans nécessaires.

Il se conformera aux exigences de fabrication qui pourront lui être imposées sans qu'il puisse être reçu à arguer du contraire comme étant son système habituel. Il s'engage, en général, à traiter le travail des machines en ouvrage spécial et non en article mécanique de construction courante. Des soins égaux seront donc apportés aux détails et aux pièces dites accessoires ou secondaires, et aux parties qui sont jugées comme les plus importantes.

Les ajustements seront tous parfaitement faits, en veillant à ce que les pièces accolées

aient leurs surfaces achevées et en enlevant les gros traits du tour ou de la machine à planer par une dernière passe de l'outil.

Partout où des surfaces sont en frottement l'une sur l'autre, même pour les coins de serrage, les surfaces devront être polies.

Choix des matériaux et bronzes. — Le choix des matériaux sera fait en tenant compte de la nature de leur travail et, en tout cas, parmi les premières qualités.

Le travail de forge devra éviter de fatiguer le fer en l'amenant trop brusquement à la forme qu'il doit prendre. Les transformations seront, en cas de pièces difficiles, successives et obtenues par plusieurs chaudes. Les soudures ne pourront présenter nulle part la moindre trace.

Les fontes seront mélangées de façon à présenter, suivant les cas, les conditions de résistance, de dureté et de ténacité que la nature de leur fatigue fera rendre la plus importante.

Les aciers devront être choisis suivant qu'ils seront employés comme ressorts, comme pièces mécaniques ou enfin comme pièces à frottement, et réuniront les qualités spéciales que réclame respectivement chacune de ces applications.

Il devra être procédé à tous les essais de matériaux qui seront demandés. Les pièces en fabrication qui seront désignées à cet effet pourront être brisées sans indemnité de ce fait.

Aucune tôle de fer d'une qualité inférieure à la tôle n° 3 ne pourra entrer dans la construction des locomotives.

Les alliages employés pour la confection des diverses pièces auront la composition indiquée ci-après, savoir :

Le bronze n° 1 (coussinets de boîtes à huile, coussinets de bielles, tiroirs à vapeur, tiroirs du modérateur) contiendra 84 0/0 de cuivre et 16 0/0 d'étain.

Le bronze n° 2 (bouchons (clefs) de robinets, soupapes de sûreté et leurs sièges, partie mobile et enveloppe de la lanterne d'échappement, colliers d'excentriques, boîtes à bourrage, bagues) contiendra 90 0/0 de cuivre et 10 0/0 d'étain.

Le laiton pour la confection des accouplements, boisseaux de robinets, de raccords de tuyaux, lanterne de la décharge, supports et ornements divers, contiendra 66 0/0 de cuivre, 33 0/0 de zinc et 1 0/0 de plomb.

L'entrepreneur assume, du chef de l'emploi du fer homogène, la responsabilité entière dont parle le règlement de police sur la surveillance des chaudières à vapeur.

Tous les écrous et boulons seront filetés d'après les types de Withworth, en employant des tarauds dont la dimension anglaise se rapproche le plus des dimensions métriques.

Dans tous les boulons, le diamètre de la partie filetée sera d'un demi-millimètre plus petit que le corps du boulon.

Les arêtes et les angles seront coupés et arrondis sur un rayon de 2 mm. pour les petites pièces et de 3 à 4 mm. pour les plus grosses, telles que bielles, manivelles, etc.

Toutes les parties du mécanisme seront blanchies.

Le montage ne pourra laisser rien à désirer sous aucun rapport : parallélisme des cylindres, des essieux, etc.; placement des roues d'un même côté dans un même plan, sans tolérance aucune.

Toutes les parties des machines porteront la marque du soumissionnaire et le numéro de la locomotive à laquelle elles appartiennent.

Pour le surplus, les locomotives devront satisfaire aux prescriptions de l'arrêté royal du 28 mai 1884. (Règlement de police sur les appareils à vapeur.)

Pièces accessoires. — 30° Les accessoires qui devront être fournis avec la machine comportent, outre les porte-lanterne, les boîtes à l'huile, les robinets graisseurs et purgeurs, les bacs à sable et les grilles, les pièces désignées ci-après :

1° Un tendeur à la traverse d'avant semblable à celui des voitures ;

2° Deux chaînes de sûreté à la traverse d'arrière ;

3° Une lanterne servant à la fois pour le manomètre et l'indicateur d'eau ;
4° Dix clefs à fourche formant un assortiment complet pour le service des écrous de la machine ;
5° Trois burins ;
6° Deux marteaux à main ;
7° Un chasse-clavette et un chasse-goupille ;
8° Deux leviers en fer ;
9° Deux tisonniers et un tire-feu ;
10° Un fer pour tamponner les tubes ;
11° Deux pelles à feu ;
12° Deux burettes à l'huile.

Tous ces objets devront être entièrement conformes aux plans ou modèles déposés.

GLASGOW AND SOUTH WESTERN RAILWAY

SPÉCIFICATION

POUR LA

FOURNITURE DE 10 LOCOMOTIVES-TENDERS

DE BANLIEUE

A deux essieux accouplés, avec bogie à l'arrière.

Les dimensions des machines doivent être conformes à celles indiquées dans la présente spécification et dans les dessins d'ensemble et de détail fournis par la Compagnie. Le constructeur doit prendre copie des dessins de détail et de tous ceux qui peuvent lui être nécessaires pour l'exécution des travaux. Toute modification aux dessins fournis par la Compagnie, proposée par le constructeur, doit être soumise à l'examen de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie, et la modification ne peut être effectuée que sur son autorisation écrite. Le constructeur ne peut arguer d'aucune omission de détails, ni dans la spécification, ni dans les dessins, car il peut obtenir toutes les explications désirables. En cas de contestation à ce sujet, l'ingénieur en chef du matériel et de la traction jugera en dernier ressort.

Les matières seront de la qualité spécifiée dans chaque cas; et, à défaut d'instructions à cet égard, les matières et la main-d'œuvre doivent être de qualité toute supérieure.

Les locomotives doivent donner de tous points entière satisfaction à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction, qui jouira de la faculté d'inspecter lui-même le travail au cours de la construction, ou de le faire surveiller par son représentant, et de rejeter toute matière première ou toute pièce ouvrée qui présenterait des défauts ou des malfaçons.

Tous les droits de brevet sont à la charge du fournisseur, responsable de toutes les réclamations qui pourraient se produire de ce chef, au sujet d'appareils fournis en vertu du présent marché.

Les machines seront livrées par les constructeurs en parfait état, franco aux ateliers de la Compagnie, à Kilmarnock. Avant le paiement, chaque machine devra fournir un parcours de 4 830 km., sans qu'il se révèle aucun défaut de matière ou d'exécution, et le constructeur sera responsable des défauts (sauf accidents) qui seraient reconnus avant que les machines aient accompli le parcours prescrit.

Dessins, etc. — Lors de l'achèvement du travail, le fournisseur devra remettre à la Compagnie une collection complète, sur toile, des dessins d'exécution, à l'échelle de $\frac{1}{8}$, ainsi qu'une nomenclature des matériaux employés dans la construction des machines, avec l'indication de leurs provenances.

Qualité des matières. — *Fer.* — Pour toutes les pièces qui, d'après les dessins, doivent être en fer supérieur du Yorkshire, on devra employer du fer forgé provenant des fournisseurs suivants : Lowmoor, Bowling, Farnley, Monkbridge ou Taylor Brothers, et le soumettre à des essais de réception. La marque des fournisseurs devra être placée de manière à être visible, autant que possible, sur les pièces finies.

Laiton. — Le laiton, quand son emploi est prescrit, devra être du laiton sain, de bonne qualité.

Bronze. — Le bronze doit avoir la composition suivante : cuivre, 16 parties ; étain, 2,5 parties.

Métal antifriction. — Le métal antifriction, quand son emploi est prescrit, devra provenir de la maison J. Dewrance and C°.

Chaudière. — Le corps cylindrique, l'enveloppe de boîte à feu, la plaque tubulaire de boîte à fumée, toutes les cornières, fers à T, goussets et rivets doivent être en acier doux Siemens, de la meilleure qualité employée pour la construction des chaudières provenant des usines agréées par l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie. Les tôles employées doivent être exemptes de silicium, de soufre et de phosphore. Les éprouvettes de traction, prélevées en long et en travers, devront offrir une résistance à la rupture comprise entre 39 et 47 kg. par millimètre carré, avec un allongement de 25 0/0 mesuré sur 200 mm.

Des bandes découpées dans chaque tôle, dans le sens de la longueur, et dont les angles seront arrondis, devront pouvoir être pliées, soit à froid, soit après trempe, de manière que les branches parallèles se raccordent par un arrondi d'un rayon intérieur égal à l'épaisseur de la tôle.

Les tôles doivent être exemptes de défauts de surface ; chacune doit porter un numéro et le nom du fournisseur poinçonné à une distance de 230 mm. du bord, environ. Chaque tôle doit être accompagnée de deux éprouvettes découpées l'une en long, l'autre en travers et portant le même numéro que la tôle. Le fournisseur doit soumettre chaque tôle à des essais avant qu'elle quitte l'usine, et fournir un procès-verbal détaillé donnant le résultat des essais. Toute tôle qui ne répondra pas aux conditions de la spécification sera refusée.

Le corps cylindrique, du type télescopique, comme le montrent les dessins, sera formé de trois viroles. Les clouures transversales seront à simple rangée de rivets. Les clouures longitudinales seront à double joint intérieur et extérieur, avec double rangée de rivets. Elles seront placées de chaque côté de la génératrice supérieure du corps cylindrique. Une tôle de renfort, de 16 mm. d'épaisseur, sera rivée à la virole médiane du corps cylindrique sous la pince du dôme. Les cadres du foyer et de la porte seront en fer supérieur du Yorkshire.

Plaque tubulaire de boîte à fumée. — La plaque tubulaire de boîte à fumée sera emboutie, vers l'avant, à la partie supérieure et sur les côtés, pour l'assemblage avec la boîte à fumée ; elle sera fixée au corps cylindrique par l'intermédiaire d'une cornière laminée, sans soudure, alésée, dressée et tournée aux dimensions indiquées par les dessins ; cette cornière est entrée à force dans la petite virole du corps cylindrique, à laquelle elle est fixée par une double rangée de rivets.

Dôme. — Le dôme, en fer supérieur du Yorkshire, sera formé d'une seule feuille de tôle soudée, de 16 mm. d'épaisseur. Il portera des collerettes embouties à ses parties supérieure et inférieure ; il sera assemblé au corps cylindrique par une double rangée de rivets, et surmonté d'une calotte en fer forgé. Les collerettes du dôme et de sa calotte seront dressées de manière à ce qu'on puisse obtenir un joint parfaitement étanche.

Enveloppe de boîte à feu. — Les flancs et la partie supérieure seront formés d'une seule tôle. Les plaques avant et arrière seront reliées à l'enveloppe par des pinces relevées avec simple clouure. Un support de chaudière, formé d'une chaudière en fer du Yorkshire, raboté sur ses faces, sera fixé à l'enveloppe par un double rivetage. Les soupapes seront supportées par un siège rapporté et rivé à la partie supérieure de l'enveloppe. La plaque arrière de l'enveloppe du foyer et la plaque tubulaire de boîte à fumée seront renforcées dans leurs parties hautes par des armatures dont la disposition est

donnée par les dessins. Le cadre de foyer sera terminé à l'outil aux cotes du dessin. Le cadre de porte de foyer aura la forme indiquée par les dessins; les chanfreins des plaques du foyer et de son enveloppe devront être maintenus à quelque distance des bords du cadre.

Autoclaves et bouchons de lavage. — Treize bouchons de lavage en bronze, de 35 mm. de diamètre au sommet (pas 2,5 mm.) et présentant une conicité de 1/8, seront placés, quatre dans la plaque tubulaire de boîte à fumée, trois dans l'enveloppe de boîte à feu et six dans la plaque avant de la boîte à feu.

Exécution. — Les trous destinés à recevoir des tubes, des rivets et des entretoises, dans toutes les parties de la chaudière, seront tracés au calibre et percés au foret. Tous les rivets seront mis en place de l'intérieur et toutes les têtes non fraisées seront terminées à la bouterolle.

Tous les rivets devront remplir complètement les trous, dont l'alignement et le calibrage seront parfaits et qui porteront une légère fraisure du côté de la tête. L'emploi de la broche est absolument interdit. Toutes les cotes relatives à l'écartement des rivets et à leur distance des bords de la tôle devront être rigoureusement suivies. On devra apporter le plus grand soin à ce que les pinces des deux tôles soient parfaitement en contact avant le rivetage. Toutes les pinces des tôles seront ou rabotées ou retournées, avec un chanfrein incliné de manière à permettre le matage avec un outil non tranchant.

Épreuve de la chaudière. — Avant d'être munie de son enveloppe, la chaudière doit être éprouvée par le constructeur, en présence de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie ou de son représentant, d'abord à l'eau tiède, sous une pression de 14 kg., puis, à chaud, sous une pression de 10,54 kg.; elle doit rester parfaitement étanche sous ces pressions.

La chaudière, avant d'être refroidie, devra recevoir une couche d'huile cuite.

Toutes les attaches et tous les goujons devront être complètement fixés avant les épreuves.

DIMENSIONS

Hauteur de l'axe du corps cylindrique au-dessus du niveau des rails	2,286	m.
Longueur du corps cylindrique	3,086	—
Diamètre extérieur de la petite virole du corps cylindrique	1,270	—
Épaisseur des tôles du corps cylindrique	0,013	—
— de la plaque tubulaire de la boîte à fumée	0,022	—
Longueur extérieure de la boîte à feu	1,702	—
Largeur — — en bas	1,219	—
Profondeur du foyer au-dessous de l'axe de la chaudière, à l'avant	1,511	—
Profondeur du foyer au-dessous de l'axe de la chaudière, à l'arrière	1,410	—
Épaisseur de la plaque avant de la boîte à feu	0,0143	—
— — arrière —	0,0143	—
— — de l'enveloppe de la boîte à feu	0,0127	—
Écartement d'axe en axe des entretoises, environ	0,102	—
Diamètre des entretoises	0,0254	—
Pas des entretoises	0,0022	—

Foyer. — Les plaques de foyer devront être en cuivre de qualité extra-supérieure, provenant des usines de Bibby sons and C°, Nevill, Druce and C°, Pascoe, Grenfeld

and C°, ou autres fournisseurs agréés. Les faces latérales et le ciel du foyer seront formés d'une seule feuille de cuivre. La plaque tubulaire aura une épaisseur moindre en dessous de la partie recevant les tubes et aux pinces. La face arrière sera emboutie suivant dessin, et le tout sera assemblé au moyen de rivets en fer de Bowling ou de Lowmoor, de 21 mm. de diamètre. Tous les trous seront percés au foret, et les tôles seront chanfreinées à la machine. Toutes les tôles seront soigneusement recuites, avant et après l'emboutissage, et elles devront supporter un pliage à bloc, à froid, sans manifester aucune trace de déchirure. Le foyer et son enveloppe seront réunis au moyen d'entretoises en cuivre, découpées dans des barres laminées, de qualité extra-supérieure, provenant des mêmes fournisseurs et soumises aux mêmes essais que les plaques. Les entretoises en cuivre seront vissées à force dans les plaques du foyer et de son enveloppe, et les filets seront enlevés dans la partie intermédiaire comprise entre les deux plaques. En coupant les bouts, on aura soin de ne pas détériorer les filets. Les têtes d'entretoises seront rivées à la bouterolle extérieurement, et au petit marteau intérieurement. Les têtes intérieures devront être grandes et auront au moins 11 mm. de hauteur. Les matériaux servant à river les entretoises pèseront au plus 1 800 gr. La plaque tubulaire du foyer sera rattachée au corps cylindrique au moyen d'entretoises en cuivre soigneusement vissées dans des agrafes rivées au corps cylindrique.

Le ciel sera armé par huit fermes en fer supérieur du Yorkshire ou en fonte recuite, soigneusement dressées à leurs extrémités, de manière à s'ajuster exactement sur les bords de la plaque du ciel du foyer et sur les emboutis des plaques avant et arrière ; elles seront reliées au berceau de la manière indiquée par les dessins. Un bouchon en bronze, garni au centre d'alliage fusible, sera vissé dans le ciel du foyer, de manière à plonger dans l'eau de 12 mm.

Les barreaux de grille, en fonte, auront la forme indiquée par les dessins.

DIMENSIONS

Longueur du foyer hors plaques (en haut)	1,508	m.
Largeur — — (en haut)	1,130	—
— — — (en bas)	1,041	—
Profondeur à l'avant	1,740	—
— à l'arrière	1,640	—
Épaisseur des flancs et du ciel	0,0127	—
— de la plaque arrière	0,0127	—
— — tubulaire	0,0254	—
— — — en dessous des tubes (minimum)	0,016	—

Tubes. — Les tubes seront en laiton étiré de qualité supérieure, composé de 70 parties de cuivre et de 30 parties de zinc, et provenant des fournisseurs suivants : Everitt, Wilkes, Birmingham Battery Company, ou Broughton Copper Company. Les tubes ont 41 mm. de diamètre extérieur à l'extrémité voisine de la boîte à feu et sont renflés sur une longueur de 76 mm. du côté de la boîte à fumée, de manière à avoir un diamètre extérieur de 43 mm. Les deux extrémités de chaque tube sont fixées au dudgeon. Les tubes dépassent la plaque tubulaire du foyer de 3 mm., ils sont soigneusement rabattus et munis de viroles en acier exactement tournées et chassées avec force. Les tubes dépassent la plaque tubulaire de boîte à fumée de 13 mm. Les trous pratiqués dans les deux plaques tubulaires ont exactement le même diamètre que les tubes à leurs extrémités respectives. Chaque tube est légèrement recuit sur toute sa longueur.

Les tubes à fumée en cuivre supérieur étiré auront 76 mm. de diamètre extérieur, et auront l'épaisseur correspondant au n° 7 BWG ; ils seront fixés dans les plaques de foyer et d'enveloppe au moyen du dudgeon et soigneusement rabattus à leurs deux extrémités.

Une virole en fer forgé sera placée à l'extrémité correspondant à la boîte à feu; elle sera exactement tournée et il y aura 8 tubes à air à l'avant du foyer et 8 à l'arrière.

DIMENSIONS

Longueur des tubes	3,243 m.
Diamètre extérieur près de la plaque tubulaire de foyer	0,0413 —
Diamètre extérieur près de la plaque tubulaire de boîte à fumée (renflement)	0,0428 —
Épaisseur	11 et 13 B. W. G.

Porte de foyer. — Une plaque rectangulaire en fonte sera placée au-dessus de l'ouverture de la porte qui sera munie d'un secteur à cran venu de fonte, sur la gauche, et d'un levier à main avec un arbre horizontal et une tige de transmission pour la manœuvre du déflecteur qui est suspendu à un bras en saillie venu de fonte, sur la partie inférieure de la plaque supérieure; le détail de ce dispositif est fourni par les dessins[1].

Boîte à fumée. — La plaque avant et la porte de boîte à fumée seront en fer du Staffordshire extra supérieur et auront une surface parfaitement lisse. La porte sera circulaire et bombée au centre, les bords en seront tournés et elle formera un joint hermétique avec la face avant de la boîte à fumée; les charnières seront placées à gauche.

L'ouverture de la face avant de la boîte à fumée est renforcée par une solide cornière rivée à l'intérieur. Des tôles rapportées protègent les parois et la porte de la boîte à fumée. Tous les rivets sont fraisés à l'extérieur et limés de manière à présenter une surface parfaitement lisse.

Les bords des plaques tubulaires forment un angle droit à arête vive.

DIMENSIONS

Rayon de la boîte à fumée (extérieur)	0,754 m.
Épaisseur des tôles latérales et supérieures	0,008 —
— — de la face avant	0,013 —
— — de la porte	0,005 —
— — du doublage	0,006 —
Profil de la cornière	63 × 63 × 11 mm.
Diamètre des rivets	0,016 m.
Flèche	0,076 —

Cheminée. — Le fût de la cheminée sera formé d'une tôle de fer du Staffordshire, de qualité supérieure, de 0,006 m. d'épaisseur; et dont les bords sont réunis par une rivure à joint plat; les rivets seront fraisés à l'extérieur. L'embase en tôle de fer supérieur du Yorkshire de 0,008 m. d'épaisseur sera solidement soudée. Le chapiteau en fonte aura la forme indiquée par le dessin et sera soigneusement fini.

Cendrier. — Le cendrier sera muni à l'avant d'une porte à charnière, manœuvrée de la plate-forme du mécanicien; les côtés et la porte seront en tôle de 0,006 m. ainsi que le fond.

Soupapes de sûreté. — La chaudière sera munie d'une paire de soupapes Ramsbottom de 0,063 mm. placées sur un siège surmontant le foyer; le corps des soupapes est en fonte à cylindres. Les clapets sont en bronze ainsi que les sièges et sont réglés de manière à se soulever pour une pression de 10,54 kg. Les prisonniers d'attache sur la chaudière auront des écrous en bronze.

[1] Cette porte est représentée dans la Troisième partie de cet ouvrage (fig. 753).

Régulateur. — Le régulateur est du type à double tiroir. Le tiroir, sa tige et son siège seront en bronze. Le siège sera fixé par une collerette au tuyau en fonte du régulateur qui, pour faciliter les réparations, sera exécuté en deux parties réunies par un joint conique et par des collerettes ovales; l'extrémité inférieure du tuyau du régulateur se terminant par une collerette ovale conique destinée à recevoir l'extrémité du tuyau intérieur de prise de vapeur.

Tuyaux de vapeur. — Le tuyau intérieur de prise de vapeur sera en cuivre; son extrémité reliée au tuyau du régulateur sera munie d'un cône en laiton; l'extrémité pénétrant dans la boîte à fumée sera renflée et fixée par une solide virole en fer forgé.

Un tuyau coudé en fonte sera fixé par des goujons à la plaque tubulaire de boîte à fumée, il sera muni d'une collerette pour assurer l'assemblage avec le tuyau de vapeur du cylindre. Le tuyau d'admission de la vapeur aux cylindres sera en cuivre et relié au sommet du tuyau coudé et au fond des cylindres au moyen d'un joint conique en laiton. Ce cône sera monté avec jeu, les collerettes du tuyau de vapeur seront en laiton et brasées sur le tuyau; leur épaisseur sera de 0,05 m. (dimension finie); les boulons et goujons porteront des écrous borgnes en laiton.

Diamètre intérieur du tuyau intérieur de prise de vapeur. .	0,111 m.
Diamètre intérieur du tuyau de prise de vapeur placé dans la boîte à fumée	0,108 —
Épaisseur des tuyaux de prise de vapeur	7 B. W. G.

Tuyau d'échappement. — Le tuyau d'échappement sera en fonte avec tuyère amovible; l'extrémité de la tuyère sera en laiton et de forme annulaire, elle sera perforée pour permettre l'échappement de la vapeur du souffleur dans la cheminée. Le tuyau d'échappement sera fixé aux cylindres par des goujons avec écrous borgnes en laiton.

Cylindres. — Les cylindres seront en fonte froide à grain fin de qualité supérieure, aussi dure que le permet le travail à la machine-outil et parfaitement exempte de soufflures et autres défauts. Ils doivent être exactement alésés et évasés comme l'indiquent les dessins. Tous les joints et les surfaces doivent être dressés ou tournés et grattés de manière que l'on puisse obtenir des joints parfaitement étanches. Les cylindres seront montés comme l'indiquent les dessins, avec les boîtes à vapeur et les glaces des tiroirs à leur partie supérieure; chaque boîte à vapeur aura un couvercle spécial ou porte, dont la face interne sera exactement dressée parallèlement à la glace de tiroir pour permettre au compensateur du tiroir de se déplacer à frottement doux.

Chaque tiroir sera muni, à la partie antérieure de la boîte à vapeur, d'une ouverture à travers laquelle le tiroir et la tige peuvent être montés ou démontés à volonté. Une soupape de rentrée d'air est placée à l'avant de la boîte à vapeur qui est du modèle de la Compagnie. Les plateaux arrière des cylindres sont disposés de manière à supporter l'extrémité antérieure des glissières; les plateaux avant des cylindres portent une plaque encastrée formant enveloppe.

A l'avant, les cylindres sont protégés par une tôle d'enveloppe, comme le montrent les dessins, et leur fond est recouvert par une tôle de 0,003 m. Les boulons des couvercles de boîte à vapeur qui sont placés dans la boîte à fumée seront munis d'écrous borgnes.

DIMENSIONS

Diamètre des cylindres	0,438 m.
Course des pistons.	0,610 —
Distance des cylindres d'axe en axe	0,660 —
— des tiges de tiroirs d'axe en axe	0,635 —
Épaisseur du corps des cylindres	0,029 —
Dimensions des lumières d'admission	0,343 × 0,038 —
— — d'échappement	0,343 × 0,108 —

Boîtes à bourrage. — Les boîtes à bourrage et leurs chapeaux doivent être en bronze. Des godets de graissage indépendants seront ménagés pour le graissage des tiges de piston et de tiroir et des presse-étoupe. Les garnitures de la tige de piston seront métalliques et du type *United States.*

Graisseurs. — On placera à l'intérieur de l'abri un graisseur à gouttes visibles envoyant l'huile dans le tuyau de prise de vapeur. Un graisseur Furness sera fixé sur le plateau avant de chaque cylindre.

Pistons. — Les pistons seront en fonte à cylindres, bien saine et exempte de tous défauts, ils seront munis de deux segments en fonte.

Les pistons seront assemblés à l'extrémité des tiges de piston au moyen d'un emmanchement conique et maintenus par un écrou en bronze.

Tiges de piston. — Les tiges de piston doivent être forgées d'une seule pièce avec leurs crosses, en acier deux fondu au creuset de qualité extra-supérieure, bien recuit, provenant des usines Vickers, Taylor Brothers; J. Spencer and Sons, Newcastle-on-Tyne; C. Cammell and C° ou autres agréées par la Compagnie. Les extrémités doivent avoir la forme d'un cône aigu et seront munies d'un écrou en bronze et d'une clavette, comme le montrent les dessins. Les tourillons de la crosse seront en fer supérieur du Yorkshire soigneusement cémenté et entrés sous pression.

DIMENSIONS

Épaisseur du piston	0,102 m.
Diamètre de la tige du piston	0,073 —
— du tourillon	0,076 —
Inclinaison du cône ménagé dans le piston	40 0/0
Nombre de filets par centimètre à l'extrémité de la tige de piston	2,3

Patins de glissières. — Les patins de glissières seront en fonte à cylindres et garnis de métal antifriction sur leurs surfaces de frottement.

Glissières. — Les glissières seront en acier fondu au creuset de qualité supérieure provenant des mêmes fournisseurs que les tiges de piston et seront munies de godets graisseurs.

Les glissières auront 76 mm. de largeur et 57 mm. d'épaisseur.

Tiroirs. — Les tiroirs seront en bronze phosphoreux fourni par la Phosphor Bronze Company; chaque tiroir sera muni d'une bague compensatrice fixée à l'arrière pour diminuer la pression sur les glaces; cette bague sera maintenue sur la boîte à vapeur au moyen d'un ressort.

Tiges de tiroir. — Les tiges de tiroir seront en fer du Yorkshire, comme l'indiquent les dessins.

Distribution et changement de marche. — Tout le mécanisme de distribution sera en fer supérieur du Yorkshire et les surfaces de frottement seront cémentées en boîte et parfaitement finies.

Excentriques. — Les poulies d'excentrique seront en fonte à cylindres et fondues d'une seule pièce. Les colliers d'excentrique seront en fer supérieur du Yorkshire avec garniture en métal antifriction; les colliers d'excentrique auront des graisseurs à godets et seront disposés de manière que les barres d'excentrique soient fixées par deux prisonniers.

DIMENSIONS

Diamètre des excentriques	0,406 m.
Largeur —	0,073 —
Saillie —	0,140 —
Épaisseur —	0,057 —
Distance de centre en centre	0,292 —
Diamètre de l'arbre de changement de marche au centre	0,089 —
— — — — aux tourillons.	0,083 —
— — de relevage	0,114 —

Bielles motrices. — Les bielles motrices, en fer supérieur du Yorkshire, seront forgées sans soudure et polies sur toute leur longueur.

Les coussinets seront en bronze, ceux de la grosse tête seront garnis de régule ; ceux de la petite tête seront ajustés avec des coins et des vis, comme l'indiquent les dessins. Les deux têtes seront munies de godets graisseurs à chapeaux en laiton.

Longueur de la bielle motrice de centre en centre	1,94 —
Diamètre du coussinet de grosse tête	0,203 —
Largeur — —	0,1016 —
Diamètre du coussinet de petite tête	0,076 m.
Largeur — —	0,076 —

Bielles d'accouplement et boutons de manivelle. — Les bielles d'accouplement, en acier doux Siemens, de qualité supérieure, seront forgées sans soudure et polies.

Des bagues coussinets en bronze seront mises en place au moyen de la presse hydraulique ; les bielles seront munies de godets graisseurs avec chapeaux en laiton.

Les boutons de manivelle seront en fer supérieur du Yorkshire, les surfaces de frottement seront cémentées en boîte.

La partie du bouton pénétrant dans le moyeu de la roue sera tournée légèrement cône et entrée à force à la presse hydraulique, puis rivée à l'intérieur. La partie extérieure du bouton portera une rondelle vissée maintenue par une goupille.

DIMENSIONS

Distance de centre en centre	2,886 m.
Section de la bielle	0,127 × 0,041 —
Diamètre des boutons de manivelle	0,102 —
Portée	0,111 —
Diamètre de la partie du bouton engagée dans le moyeu (cône 1/50)	0,121 —

Bogie. — L'arrière de la machine est supporté par un bogie à quatre roues du type à bielles oscillantes ; le jeu latéral est de 38 mm. de chaque côté de la machine. Les longerons du bogie en acier doux Siemens de la meilleure qualité en usage proviendront des mêmes fournisseurs que les longerons principaux ; leurs faces internes seront dressées tout du long et leurs faces externes aux endroits où il y a des pièces à fixer. Les extrémités des longerons seront entretoisées par des tôles embouties placées verticalement et auxquelles les longerons doivent être solidement boulonnés. Les supports sur le bogie seront en acier moulé recuit; les emboutis seront dressés et solidement boulonnés sur les longerons. Les faces verticales internes seront dressées à la machine-outil pour permettre au pivot central de se déplacer entre elles.

Le pivot central en acier moulé recuit reposera sur un sommier en fonte.

Les barres de rappel et leurs axes, le boulon central, seront en fer supérieur du Yorkshire.

Toutes les parties frottantes seront parfaitement rabotées et dressées.

Essieux droits. — Les essieux droits en acier doux Siemens de la meilleure qualité en usage seront fournis par Vickers and Sons, Cammell and C°, Monkbridge ou Taylor Brothers. Les portées et les fusées seront finies de tour; le corps de l'essieu sera ébauché de tour.

Chaque essieu porte la marque du fournisseur et l'indication de la qualité de l'acier. (Voir spécification détaillée.)

Essieux coudés. — Les essieux coudés en acier Siemens de la meilleure qualité en usage seront fournis par Vickers and Sons, Monkbridge ou Taylor Brothers, finis sur calibres.

La manivelle de gauche précédera l'autre.

Les essieux coudés seront tournés ou travaillés à la machine-outil sur toutes leurs faces; les bras seront renforcés par des frettes en fer supérieur du Yorkshire.

Les essieux seront recuits après le débouchage des coudes et seront essayés avant de quitter l'usine en présence de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction ou de son représentant. Le nom du fournisseur sera poinçonné sur le côté de la manivelle.

DIMENSIONS

Essieux du bogie.

Diamètre au corps	0,152 m.
— des fusées	0,140 —
Longueur —	0,229 —
Diamètre des portées	0,179 —
Longueur —	0,175 —
Distance de centre en centre des fusées	1,137 —

Essieu accouplé avant.

Diamètre au corps	0,191 m.
— des fusées	0,191 —
Longueur —	0,203 —
Diamètre des portées	0,216 —
Longueur —	0,175 —
Distance de centre en centre des fusées	1,181 —

Essieu coudé.

Diamètre au corps	0,191 m.
— du tourillon de manivelle	0,203 —
Largeur — —	0,1015 m.
Diamètre de la fusée	0,191 m.
Longueur —	0,203 —
Diamètre de la portée	0,216 —
Longueur —	0,175 —
Distance de centre en centre des tourillons	0,660 —
— — — des fusées	1,181 —
Saillie des manivelles	0,305 —
Section du bras de manivelle intérieure	0,343 × 0,108 —
— — extérieure	0,343 × 0,108 —
— — —	0,083 × 0,038 —

Boîtes d'essieux. — Toutes les boîtes d'essieux seront en bronze de qualité extra, régulé en métal blanc ; elles seront munies de graisseurs en laiton et de couvercles convenables.

Les boîtes du bogie ont des tampons graisseurs à ressort ; tous les coussinets sont lubréflés par des réservoirs à huile indépendants, en laiton, munis de couvercles.

Guides de boîtes d'essieux. — Les guides de boîtes d'essieux, en fonte à cylindres, seront soigneusement dressés, ajustés sur les longerons, et fixés par des boulons tournés, bien ajustés et entrés à force.

Les guides de boîtes du bogie seront munis d'entretoises en fonte et de boulons de fixation.

Les entretoises des guides des boîtes d'essieux, moteurs et accouplés seront, en fer forgé ; ces guides seront munis de coins de réglage en fer supérieur du Yorkshire soigneusement recuit. Un solide renfort en acier moulé recuit est fixé au-dessus des guides de boîtes de l'essieu moteur et solidement boulonné aux longerons comme l'indiquent les dessins.

Roues. — Les centres de roues sont en acier doux Siemens de qualité supérieure, moulé, soigneusement recuit, parfaitement sain et exempt de soufflures ou autres défauts.

Ils proviendront des fournisseurs suivants : Monkbridge Iron Company, Leeds, J. Spencer and Sons, Newcastle-on-Tyne ou autres fournisseurs agréés par l'ingénieur en chef du matériel et de la traction ; les centres de roues peuvent également être en fer forgé de qualité supérieure travaillé, avec des jantes, des rais et des moyeux solides, fabriqués dans les usines des fournisseurs. Les contrepoids seront fondus ou forgés sur les roues motrices et porteuses et la surface des jantes et des bras sera rabotée de manière que les roues soient exactement balancées.

Chaque roue sera alésée avec un léger cône et emmanchée à force sur l'essieu avant sous une pression hydraulique de 70 t. au moins. On placera en outre une clavette. (Voir les dessins détaillés et les calibres.)

DIMENSIONS

Bogie.

Diamètre extérieure des roues à la jante	0,787	m.
Largeur de la jante,	0,121	—
Epaisseur de la jante	0,041	—
Nombre de bras	9	
Section des bras au moyeu	0,092 × 0,035	—
— — à la jante	0,089 × 0,029	—
Diamètre du moyeu	0,318	—
Longueur de la portée	0,172	—
Diamètre —	0,178	—

Roues motrices et porteuses.

Diamètre extérieur des roues à la jante	1,422	m.
Largeur de la jante	1,421	—
Epaisseur —	0,045	—
Nombre de bras	16	
Section des bras au moyeu	0,114 × 0,045	—
— — à la jante	0,089 × 0,038	—
Diamètre du moyeu	0,419	—
Longueur de la portée	0,172	—
Diamètre —	0,216	—
Saillie des boutons de manivelles	0,254	—
Diamètre du trou des boutons de manivelle (conicité 1/50)	0,121	—

Bandages. — Les bandages seront en acier Siemens, de la meilleure qualité en usage provenant des fournisseurs suivants : Vickers and Sons, Cammell and C°, Monkbridge ou Taylor Brothers ; le nom du fournisseur y sera poinçonné.

Les bandages auront le profil indiqué par les dessins et seront fixés sur la roue par un faux cercle d'un côté et par des boulons taraudés de 25 mm. de diamètre placés entre chaque groupe de deux rais. (Voir la spécification détaillée.)

DIMENSIONS

Ecartement des bandages (finis)			1,359 m.
Epaisseur des bandages (finis)			0,076 —
Largeur	—		0,137 —
Diamètre	—	du bogie au contact (finis)	0,940 —
—	—	des essieux moteurs et porteurs (finis)	1,575 —

Longerons. — Les longerons seront en acier doux Siemens de qualité supérieure provenant des fournisseurs suivants : MM. Cammell and C°, Bolton Iron and Steel Company, Leeds Forge Company ou autres fournisseurs agréés. Ils seront fabriqués d'une seule pièce, parfaitement droits et, après avoir été dressés sur toute leur surface interne, ils devront avoir 32 mm. d'épaisseur.

La face extérieure devra avoir une surface bien lisse après finissage.

Les longerons devront être parfaitement bien entretoisés par les traverses.

Des tôles verticales et horizontales seront disposées pour supporter le centre du bogie, les entretoises transversales qui existent en avant et en arrière de la boîte à feu le support des glissières et les cylindres. Tous les trous sont tracés et percés suivant gabarit.

Toutes les entretoises transversales les plaques de renfort et les pièces doivent être dressées à l'endroit où ils s'appuient contre les longerons. Quand les cylindres sont boulonnés sur les longerons on doit vérifier le carrément par des mesures opérées dans tous les sens : en long, en travers et en diagonale.

DIMENSIONS

Ecartement des longerons	1,245 m.
Epaisseur des longerons (finis)	0,032 —
Distance du centre du bogie à l'extrémité postérieure du longeron	1,339 —
Distance du centre du bogie au centre de l'essieu moteur	3,505 —
Distance du centre de l'essieu moteur au centre de l'essieu moteur accouplé	2,286 —
Distance du centre de l'essieu accouplé à l'extrémité antérieure du longeron	1,473 —
Distance du centre de l'essieu moteur à la paroi avant de la boîte à feu	0,533 —

Support des glissières. — Le support des glissières sera en acier moulé recuit provenant des usines J. Spencer and Sons à Newcastle-upon-Tyne, Monkbridge ou S. Osborne. Les supports de glissières seront soigneusement travaillés à la machine et les trous seront percés sur calibres.

Le support sera fixé aux longerons par des boulons tournés bien ajustés et entrés à force. Les pattes d'attache sur les longerons seront rabotées sur calibres.

Tampons. — Les tampons sont du type à tige avec plateaux en fer forgé ; les boisseaux en fonte sont munis de ressorts à volutes (voir dessins). Les plateaux de tampons et les abouts des faux tampons seront planés et polis.

Ressorts. — Les ressorts seront en acier à ressorts de Suède de qualité supérieure provenant des usines suivantes : John Spencer and Sons ou Thomas Turton, de Sheffield. Chaque ressort doit être soigneusement essayé avant d'être mis en place, il doit être soumis à une charge jusqu'à ce que la flèche ait disparu et après la suppression de la charge le ressort doit reprendre sa forme primitive.

DIMENSIONS

Longueur des ressorts du bogie en charge, de centre en centre des œils	1,067 m.
Flèche des ressorts du bogie en charge	0,067 —
Largeur des ressorts du bogie	0,127 —
Epaisseur (14 feuilles)	0,013 —
Longueur des ressorts des roues motrices et accouplées en charge	0,927 —
Flèche en charge	0,089 —
Largeur	0,102 —
Epaisseur (14 feuilles)	0,013 —

Injecteurs, tuyaux et prises de vapeur. — La chaudière sera alimentée par deux injecteurs automatiques Gresham Craven and C°, en laiton, n° 8 du type déjà fourni précédemment à la Compagnie, munis d'une soupape de réglage et d'un robinet de trop-plein ; l'injecteur sera fixé comme le montrent les dessins.

Frein à vide automatique. — La machine sera munie du frein à vide automatique complet et les pièces fournies par les concessionnaires des brevets seront achetées directement par le constructeur. Un éjecteur mixte du système le plus perfectionné sera fixé sur la tôle antérieure de l'abri ; le tuyau d'échappement sera placé le long du corps cylindrique et à l'extérieur jusqu'à la boîte à fumée où il débouche. La prise de vapeur de l'injecteur est boulonnée sur un socle fixé sur le ciel du foyer. La conduite principale est continuée jusqu'à l'avant de la machine et munie des accouplements réglementaires.

Tous les tuyaux en fer forgé ou en cuivre nécessaires pour le frein sont munis de joints à collerettes.

Tous les tuyaux doivent être convenablement supportés pour empêcher les vibrations pendant la marche. Un sabot de frein en fonte est appliqué à chaque roue accouplée, les leviers des timoneries sont munis de tiges de réglage pour répartir également la pression sur toutes les roues. Toute la timonerie du frein sera en fer martelé de qualité extra ; toutes les articulations, les axes, les surfaces frottantes doivent être cémentés en boîte.

L'ensemble et les détails seront conformes aux dessins.

Frein à main. — Un puissant frein à main sera agencé pour être manœuvré de la plate-forme indépendamment du frein à vide.

Caisses à eau. — Les caisses à eau, une de chaque côté de la chaudière, d'une contenance de 3,600 m³ environ seront munies d'entretoises et de trous d'homme avec couvercles ; elles devront être entièrement indépendantes du tablier. Toutes les plaques, cornières et entretoises seront en fer du Staffordshire de qualité extra. On veillera à ce que les trous soient en parfaite correspondance et que les rivets les remplissent complètement.

Les caisses à eau seront fixées au tablier par des cornières et seront entretoisées entre elles.

Les caisses latérales seront mises en communication l'une avec l'autre au moyen d'un tuyau en cuivre placé en avant de l'essieu moteur et seront reliées à la caisse postérieure

placée sous la soute à combustible par deux tuyaux en cuivre situés de chaque côté de la machine.

DIMENSIONS

Longueur extérieure des caisses	3,150 m.
Hauteur — —	1,194 —
Largeur — —	0,508 —
Ecartement des caisses	1,422 —
Epaisseur des tôles	0,006 —
Dimensions des cornières	0,051 × 0,051 —
Diamètre des rivets	0,013 —

Caisse à eau postérieure et soute à combustible. — La caisse à eau postérieure et la soute à combustible seront en tôle du Staffordshire de qualité extra, de 6 mm. d'épaisseur. La caisse à eau contiendra environ 0,900 m³; elle sera bien entretoisée et munie de tuyaux de purge d'air.

La paroi antérieure de la soute à combustible sera munie d'une porte à coulisse. Tous les rivets seront fraisés avec têtes limées.

Abri. — L'abri en tôle supérieure du Staffordshire, de 5 mm. d'épaisseur, sera muni de glaces fixées dans des cadres mobiles en laiton et d'un ventilateur placé dans le toit. Tous les rivets seront fraisés extérieurement.

Des boîtes à outils seront installées à l'intérieur de l'abri contre la soute à combustible.

Couvre-roues. — Les roues porteuses seront munies de couvre-roues en tôle de fer de 3 mm. d'épaisseur renforcés par des cornières comme le montrent les dessins.

Tous les rivets seront fraisés extérieurement.

Sablières et commande. — Les sablières, en tôle de fer, seront solidement boulonnées au tablier et placées à l'avant des roues motrices.

Le trou de remplissage fera saillie sur le trottoir et sera muni de couvercles étanches; les tuyaux seront fixés à la boîte à sable par des collerettes.

L'appareil sera complété par la sablière à vapeur système Holt et Gresham.

Une prise de vapeur placée au-dessus du foyer amène la vapeur à un robinet vertical spécial situé à gauche de l'abri; de là, la vapeur est dirigée par de petits tuyaux en cuivre vers chacun des éjecteurs fixés au bout du tuyau d'amenée du sable, comme le montrent les dessins.

Appareils accessoires de la chaudière. — Une colonnette verticale en laiton sera fixée à l'arrière de la boîte à feu et disposée de manière à recevoir un sifflet, deux robinets de prise de vapeur des injecteurs, un robinet de prise de vapeur pour le graisseur et un robinet pour le manomètre. La vapeur sera amenée du dôme à ce tuyau vertical par un tuyau intérieur en cuivre, comme le montrent les dessins. Un manomètre fourni par la maison Bourdon sera fixé sur la face avant de l'abri.

La fourniture comprend : deux tubes de niveau par machine, un robinet souffleur, un robinet de vidange.

Mains courantes, enveloppe calorifuge, etc. — La chaudière sera munie de chaque côté de mains courantes constituées par des tubes polis, en fer forgé, de 37 mm. de diamètre extérieur.

Des cercles de fer munis d'oreilles sont fixés autour de la chaudière vis-à-vis de chaque joint de l'enveloppe en tôle, et la chaudière sera recouverte entre les cercles d'une enveloppe en bois blanc bien sec et de tissus d'amiante.

Enveloppe des soupapes. — L'enveloppe des soupapes sera en fer ou bois n° 14 B. W. G.; elle sera peinte.

Enveloppe du dôme. — L'enveloppe du dôme sera en fer au bois n° 14 B. W G.; elle sera peinte. Elle sera fixée au dôme par la partie supérieure au moyen d'une vis reposant sur une partie consolidée au moyen d'une pièce en bronze.

Chasse-pierres et porte-signaux. — Les chasse-pierres seront faits comme le montrent les dessins et boulonnés à l'avant des longerons de la machine et du bogie. Des porte-signaux seront fixés devant la boîte à fumée, la soute à combustible, le sablier, et l'enveloppe de boîte à feu aux endroits indiqués par les dessins.

Purgeurs. — Chaque cylindre sera pourvu de deux purgeurs ; la boîte à tiroirs comportera également un purgeur ; tous ces purgeurs pourront être manœuvrés simultanément du tablier, comme le montrent les desseins.

Boulons, écrous et filets. — Tous les boulons, écrous et filets seront exécutés d'après le filetage Whitworth. Tous les écroux polis seront cémentés à la surface extérieure ; ils devront pouvoir être vissés sur un boulon après cémentation et on aura soin d'éviter que la cémentation ne s'étende jusqu'aux filets.

Outillage. — Chaque machine sera pourvue d'une série complète de clés en fer cémenté et trempé, sur lesquelles seront étampées les initiales de la Compagnie et le numéro de la machine, de deux vérins, d'une masse et d'un petit marteau, d'un marteau en plomb et d'un autre en cuivre, de trois ciseaux, de trois lampes de signaux, d'une lampe à main et une lampe pour tube de niveau, le tout du type de la Compagnie. La fourniture comprendra aussi : un bidon de 4,50 l., un bidon de 2,25 l., deux burettes de dimensions différentes, une pelle, un ringard, un marteau à charbon, une brosse à main, un jeu de barreaux de grille.

Peinture. — La chaudière, avant d'être recouverte de son enveloppe calorifuge, recevra une couche d'huile cuite et une couche de peinture spéciale. Les tôles d'enveloppe du corps cylindrique, les soupapes de sûreté et du dôme recevront une couche d'enduit avant d'être mises en place ; l'intérieur des longerons, les corps d'essieux, de la partie des couvre-roues située au-dessus du tablier seront peints en vermillon et recevront deux couches de vernis. L'intérieur de l'abri sera peint en chamois clair verni avec filets rouges.

L'extérieur de l'abri, la tôle d'enveloppe de la chaudière, le dôme, les sièges des soupapes, les roues, etc., seront revêtus d'une couche d'enduit soigné, puis on procédera à un bouchage au mastic et à un ponçage. On donnera ensuite trois couches de peinture verte rehaussée de filets clairs. L'extérieur des longerons, la cornière située sous le tablier recevront un enduit soigné ; puis on procédera au bouchage au mastic, au ponçage et l'on donnera une couche de laque cramoisie. Les traverses avant et arrière recevront les mêmes couches d'apprêt, puis une couche de vermillon et le numéro de la machine en feuilles d'or. Toutes ces parties recevront trois couches de vernis copal supérieur avec un ponçage entre la première et la seconde couche.

La boîte à fumée, la cheminée et la face arrière de la boîte à feu recevront deux couches de peinture noire.

Les marchepieds et timoneries de frein recevront deux couches de vernis à trains.

Les tons, la largeur et la disposition des filets seront conformes aux types de la Compagnie.

NEW-YORK CENTRAL AND HUDSON RIVER RAILROAD

SPÉCIFICATION

POUR LA

FOURNITURE DE LOCOMOTIVES A GRANDE VITESSE[1]

Tôles de chaudières. — Toutes les tôles seront en acier doux. Des éprouvettes, prélevées dans ces tôles et essayées, devront donner les résultats suivants :

La charge de rupture par millimètre carré de section devra être comprise entre 35 et 46 kg., et l'allongement, mesuré sur les 100 mm. comprenant le point de rupture, ne devra pas être inférieur à 25 0/0.

Une bande de 150 mm. de largeur devra pouvoir être pliée à froid sur elle-même, jusqu'au contact des deux branches, sans qu'il se présente de fissure.

Entretoises et tirants. — La charge de rupture, par millimètre carré de section du fer employé pour la confection de ces pièces, devra être comprise entre 35 et 46 kg., et l'allongement, mesuré sur les 100 mm. comprenant le point de rupture, ne devra pas être inférieur à 30 0/0; la réduction de la section de l'éprouvette, à l'endroit de la rupture, ne devra pas excéder 35 0/0.

Chaudières. — Les chaudières seront du type à *wagon top;* elles devront pouvoir supporter en toute sécurité, d'une façon normale, une pression de 13 kg. par centimètre carré.

Les champs de toutes les tôles devront être rabotés et matés avec des matoires à angles arrondis. Les viroles du corps cylindrique seront cintrées de façon à former des cylindres parfaits. Les rivures horizontales comporteront des couvre-joints intérieur et extérieur; les assemblages circulaires seront à recouvrement et auront deux rangées de rivets.

Les plaques tubulaires d'avant et d'arrière devront être consolidées par des tirants de 29 mm. de diamètre, ayant à leurs extrémités des chapes à fourche; ces tirants seront fixés à leur attaches par des boulons de 25 mm., qui seront maintenus en place par des clavettes faisant ressort.

Les tirants devront être montés en tirage sur leur boulons.

Les parties planes de la tôle tronconique reliant le corps cylindrique au pourtour de la boîte à feu seront consolidées par des cornières de 0,100 m. × 0,100 m. réunies entre elles par des tirants transversaux de 29 mm. de diamètre.

Les trous de rivets seront poinçonnés avec soin, de façon à être en coïncidence quand on superpose les tôles: les troncs de cône, dont ces trous affectent la forme, devant se trouver en contact par leur petite base. Si les trous ne coïncident pas, ils devront être alésés; dans aucun cas on ne devra employer le poinçon pour les amener en regard :

Les tôles devront avoir les épaisseurs indiquées ci-après :

Boîte à fumée	0,0127 m.
Corps cylindrique	0,0143 —
Dôme	0,0127 —
Tôle tronconique	0,0143 —
Tôle d'avant de la boîte à feu	0,0159 —
Tôle d'arrière de la boîte à feu	0,0143 —

[1] Représentées dans leur ensemble figure 215.

Côtés de la boîte à feu		0,0143 m.
Plaque tubulaire	d'avant	0,0143 —
	d'arrière	0,0143 —
Côtés du foyer		0,0079 —
Plaque d'arrière et ciel du foyer		0,0095 —
Tôle supérieure du bouilleur		0,0079 —
Tôle inférieure du bouilleur		0,0111 —

Les fermes du foyer, au nombre de 21, seront espacées également, et la distance d'axe en axe de deux fermes consécutives ne devra pas être supérieure à 0,115 m. ; elles seront formées de deux flasques de 0,127 × 0,019 m., faites en fer de la meilleure qualité, et soudées à leurs extrémités. Chaque ferme sera fixée au ciel du foyer par douze rivets de 22 mm. de diamètre, à tête en forme de T, qui traverseront des rondelles en fer placées entre la ferme et la tôle du foyer. Les arêtes vives des trous seront arrondies sur la face inférieur du ciel. Chacune des fermes sera suspendue par quatre bielles à la tôle de pourtour de boîte à feu (fig. 355.)

Les parties de fermes situées sous l'ouverture du dôme de vapeur seront suspendues par des bielles prenant leur point d'attache sur le cylindre du dôme. Les extrémités des fermes par lesquelles celles-ci s'appuient sur le foyer seront ajustées avec le plus grand soin et devront épouser bien exactement la forme des angles du foyer. Les entretoises, ayant un diamètre de 29 mm. à leur milieu et 32 mm. à leurs bouts, seront placés entre deux fermes de manière à relier entre eux les deux côtés du pourtour de la boîte à feu ; elles seront vissées et rivées sur ce pourtour.

Le foyer reposera sur les longerons par son cadre de fondation. Il sera pourvu d'un bouilleur dont les tôles seront écartées intérieurement de 115 mm. et réunies entre elles par des entretoises creuses. Les parties antérieure et postérieure de ce bouilleur seront reliées respectivement aux tôles d'avant et d'arrière de la boîte à feu par une série de tirants à pattes et à articulations analogues à ceux qui sont ordinairement employés pour suspendre les foyers (fig. 355).

Le cadre de fondation, dont toutes les parties devront être dressées à la machine, comportera deux rangées de rivets placés en quinconce. La largeur de la lame d'eau comprise entre le foyer et son enveloppe sera de 75 mm. sur les côtés et à l'arrière et de 100 mm. à l'avant. Les entretoises seront en fer creux de 25 mm. de diamètre extérieur et de 5 mm. de diamètre intérieur ; elles seront filetées avec un pas de 2 mm. et vissées à force dans les deux plaques ; puis leurs deux extrémités seront rivées à froid ; on débouchera le trou du côté intérieur après le rivetage.

Les tirants longitudinaux seront fixés aux tôles par l'intermédiaire de cornières de 0,075 m. × 0,075 m.

Toutes les tôles embouties devront être soigneusement recuites après emboutissage et poinçonnage.

Le dôme aura un diamètre intérieur de 0,762 m. Pour le fixer sur la chaudière, on relèvera, sur la tôle du pourtour de boîte à feu, une collerette qui pénétrera dans le dôme, auquel elle sera fixée par une rangée de rivets de 22 mm. Le dôme comportera, à sa partie supérieure, un couvercle avec trou d'homme, en fonte, rivé à la tôle.

Les barreaux de la grille seront en fonte et du système oscillant ; leur manœuvre sera faite à l'aide d'un levier placé sur la plate-forme. Ces barreaux seront supportés par des bâtis fixés au moyen de goujons sur les côtés du foyer. Le groupe de barreaux d'arrière sera fixe.

Les tubes à fumée seront en acier de la meilleure qualité et seront espacés de 0,068 m. d'axe en axe. Au montage, on intercalera, entre les tubes et les plaques tubulaires des bagues en cuivre recuit destinées à former joint. Les tubes seront laminés dans les plaques et auront leurs extrémités rabattues. Les angles vifs des trous des plaques tubulaires seront rabattues sur les deux faces des plaques.

Boîte à fumée. — La devanture en fonte sera fixée, au moyen de prisonniers, sur un cercle en fer rivé, à la boîte à fumée. La boîte devra être munie d'une tôle perforée, destinée à empêcher le passage de flammèches dans la cheminée ; cette tôle sera ajustée avec soin autour des tuyaux de prise de vapeur et d'échappement, et sera percée de trous de 38 mm. de longueur sur 5 mm. de largeur. On placera devant le faisceau tubulaire un écran mobile pour réfléchir les gaz, qui devra pouvoir être manœuvré de la plate-forme du mécanicien. La porte sera en fonte ; elle devra être ajustée de façon à rendre impossible toute rentrée d'air.

Cheminée. — La cheminée, de forme cylindrique, sera en fonte et entourée d'une enveloppe en tôle russe. L'embase devra être ajustée soigneusement, sur la boîte à fumée, de manière à prévenir les rentrées d'air. La cheminée aura 0,387 m. de diamètre intérieur, 1,040 m. de hauteur, sa partie supérieure devant se trouver à 4,343 m. au dessus du rail.

Soupapes de sûreté. — Deux soupapes de sûreté, système Richardson, de 76 mm. de diamètre, seront montées sur le couvercle du dôme.

Régulateur. — Le régulateur comportera deux soupapes équilibrées. Il sera placé dans le dôme et actionné par un levier double relié à une tringle de commande, qui traversera la chaudière, à l'arrière.

Tuyaux de prise de vapeur et d'échappement. — Le tuyau de prise de vapeur, situé dans la chaudière, aura 0,178 m. de diamètre extérieur. Il sera en fer soudé par recouvrement et pourvu de brides à emboîtement en bronze, rivées et matées sur le tuyau. La partie arrière de celui-ci sera montée sur le corps du régulateur, et la partie avant sera fixée à la plaque tubulaire de la boîte à fumée et au tuyau en T placé dans cette boîte.

Les tuyaux d'échappement seront en fonte ; ils comporteront deux orifices de 0,089 m. de diamètre.

Injecteurs. — Les injecteurs seront du système Monitor. Un injecteur n° 10 sera placé à droite et un injecteur n° 9 à gauche. Ils seront montés en dehors de la cabine, mais devront être disposés de façon que les manivelles se trouvent à l'intérieur de celle-ci.

Châssis. — Les longerons seront en fer martelé de la meilleure qualité et auront toutes leurs faces dressées à la machine. Le corps principal de chacun d'eux sera d'une seule pièce ; la partie d'avant sera solidement boulonnée et clavetée sur la partie principale.

Les longerons seront reliés entre eux : 1° par une entretoise à l'arrière ; 2° par une entretoise passant sous l'avant du foyer et fixée à chacun des longerons par deux boulons de 25 mm. ; par une entretoise placée à l'avant de la boîte à feu et solidement boulonnée aux longerons ; 4° par une entretoise située à l'arrière des cylindres ; 5° enfin par une entretoise placée à l'avant des cylindres.

La partie arrière de la chaudière sera supportée et fixée : 1° par une genouillère attachée à la tôle d'arrière de la boîte à feu et reposant sur un support fixé à la plate-forme ; 2° sur chacun des côtés de la boîte à feu, par une bielle dont la tête inférieure sera traversée par un boulon-axe passant dans le longeron et dont la tête supérieure sera montée sur un axe venu de forge avec un support fixé à la boîte à feu ; 3° par une glissière fixée sous le corps cylindrique et posant sur un support qui sera attaché à l'entretoise de châssis placée à l'avant de la boîte à feu. Tous ces supports et attaches devront être disposés de façon à ne gêner en rien la dilatation de la chaudière.

Cylindres. — Les lumières d'admission seront cloisonnées. Les cylindres seront en fonte à grains serrés et de la qualité la plus dure qui se puisse travailler. Ils seront boulonnés entre eux, à la boîte à fumée et aux longerons ; ils seront en outre clavetés sur ces derniers,

Leur couverture se composera d'une enveloppe intérieure en bois et d'une enveloppe extérieure en tôle russe. Le graissage sera effectué au moyen d'un appareil Nathan, à

débit constant; pourvu de deux orifices et comportant des tubes en cristal, pour permettre de contrôler l'écoulement de l'huile; ce graisseur sera placé dans la cabine du mécanicien, et ses tuyaux passeront sous la couverture de la chaudière.

Pistons. — Les pistons et leurs segments seront en fonte; ces derniers devront être tournés à un diamètre supérieur de 10 mm. à celui des cylindres; ils seront coupés de façon que leurs extrémités se croisent. Des goujons empêcheront les cercles de tourner.

Les tiges des pistons seront en fer, laminé à froid; elles auront 0,086 m. de diamètre; ces tiges seront fixées aux pistons par un emmanchement conique et un écrou, et aux têtes de piston par un emmanchement conique et une clavette.

Têtes de pistons et glissières. — Les têtes de pistons seront en acier coulé. Elles comporteront des plaques de frottement en bronze, fixées au moyen de rivets en bronze; le tourillon qui réunit la petite tête de bielle à la tête de piston viendra de fonte avec cette dernière et aura 0,089 m. de diamètre et 0,012 m. de longueur.

Les glissières de tête de piston de chaque cylindre se composeront de quatre barres en fer martelé, cémenté et trempé. Les godets graisseurs viendront de forge avec les barres.

Garnitures métalliques. — Les tiges de piston et de tiroir seront pourvues de garnitures métalliques de la *United States metallic packing Company.*

Mécanisme de distribution. — La distribution de la vapeur sera opérée au moyen de coulisses mobiles, qui seront disposées de façon à donner, dans toutes leurs positions, une admission égale à l'avant et à l'arrière des cylindres. Les coulisses, les coulisseaux, les bielles de suspension, les barres d'excentrique, l'arbre de relevage, les arbres de renvoi (rocking shaft) et les axes seront en fer martelé et ajustés dans toutes leurs parties. Les surfaces frottantes devront être cémentées et parfaitement trempées. Les trous des coulisses, des leviers de l'arbre de relevage et de changement de marche seront garnis de bagues en acier trempé.

Les paliers des arbres de renvoi seront en fonte et solidement fixé aux longerons et aux guides.

Les tiroirs devront être en fonte dure et à grains serrés; ils seront équilibrés au moyen du dispositif Richardson. Leurs cadres et leurs tiges seront en fer.

Nous donnons ci-après le détail des principaux éléments du mécanisme :

Recouvrement	extérieur	0,025 m.
	intérieur	néant
Avance aux crans extrêmes		0,0015 —
Lumières	d'admission	0,457 × 0,032 —
	d'échappement	0,456 × 0,070 —
Largeur des barrettes		0,029 —
Course maxima des tiroirs		0,146 —
Rayon de la coulisse		1,676 —
Course des excentriques		0,133 —

Bielles motrices et d'accouplement. — Les bielles seront en fer martelé de la meilleure qualité et devront être ajustées dans toute leurs parties; leur section sera en forme de I. Les deux têtes de bielles motrices seront du type dit *à collier*. Les colliers seront fixés au moyen de boulons et de clavettes; ils comporteront un godet graisseur venu de forge. Les bielles d'accouplement seront à têtes rondes, garnies de bagues en bronze posées à la presse sous une pression de 14 t. Les godets graisseurs viendront de forge sur les bielles.

Le bronze des coussinets et des bagues aura la composition suivante :

Cuivre	4 parties.
Métal Ajax	1 —

Ressorts. — Les ressorts devront être en acier fondu du creuset ; de la meilleure qualité et trempés à l'huile ; ils seront garantis pour une année. Leur longueur entre les points de contact sera de 1,117 m.

Roues et essieux. — Les essieux moteur et accouplé seront en fer martelé ; leurs fusées auront 0,029 m. de diamètre et 0,318 m. de longueur.

Les roues motrices et accouplées seront en fonte au bois de la meilleure qualité ; leur diamètre à la jante sera de 2,007 m. Elles devront être alésées avec le plus grand soin. La manivelle de droite sera en avant.

Les bandages seront en acier de Midvale ; ils auront 0,146 m. de largeur et 0,089 m. d'épaisseur. Ils seront posés à chaud, puis refroidis. On les maintiendra en place au moyen d'anneaux Mansell réunis par des boulons traversant la jante.

Les tourillons des manivelles des roues seront en fer martelé ; ils seront cémentés et trempés. Le bouton des bielles motrices aura 0,140 m. de diamètre et 0,140 m. de longueur ; ceux des bielles d'accouplement auront 0,115 m. de diamètre et 0,089 m. de longueur.

Boîtes d'essieux. — Les boîtes des essieux moteurs seront disposées pour former coussinets ; elles seront faites avec du bronze ayant la composition suivante :

Cuivre.	3 parties 1/2
Métal Ajax.	1 partie.

Les dessous de boîte seront en fonte. Les joues des boîtes comporteront des ouvertures venues de fonte qui se trouveront en regard de trous correspondants pratiqués dans les dessous de boîte. Ces passages serviront à introduire et à retirer la garniture en coton placée dans les dessous de boîte. Les ouvertures existant dans les joues seront fermées par des couvercles fixés au moyen de vis.

Bogie de la locomotive. — Le bogie se composera d'un châssis carré en fer forgé sur lequel seront fixées les glissières de boîte d'essieu, également en fer forgé. Le pivot sera monté sur une plaque en fonte qui reposera sur les traverses du bogie. Toutes les parties de ce dernier seront ajustées à la machine.

Le bogie ne comportera aucun dispositif permettant un déplacement latéral.

Les fusées des essieux auront 0,152 m. de diamètre et 0,254 de longueur.

Les boîtes d'essieux seront en fonte. Les coussinets seront en bronze et régulés.

Les ressorts seront fixés au châssis par des attaches venues de forge, sur les brides.

Frein et appareil d'intercommunication. — Ces appareils fonctionnent au moyen de l'air comprimé et seront du système Westinghouse.

La pompe à air aura 0,242 m. de diamètre.

Les organes agissant sur les quatre roues motrices seront commandés par deux cylindres placés sous la plate-forme. Ils seront desservis par un réservoir auxiliaire de 0,406 m. de diamètre et de 0,532 m. de longueur.

Couverture de la chaudière. — La chaudière proprement dite, le dôme et la boîte à fumée seront recouverts d'une couche de ciment d'amiante, sur laquelle on appliquera une enveloppe en tôle russe.

Plate-forme. — La plate-forme d'arrière sera en fonte et solidement boulonnée aux longerons.

Cabine. — La carcasse de la cabine sera faite en fers cornières. Les panneaux et la toiture seront en noyer foncé verni. La cabine sera supportée par des consoles en fonte fixées aux longerons. Dans l'intérieur, on installera des boîtes à outils et des sièges pour le mécanicien et pour le chauffeur.

Divers. — Tous les taraudages seront du système adopté aux Etats-Unis. Les écrous sujets à un démontage fréquent seront cémentés et trempés.

Les machines seront pourvues d'un sifflet, d'un manomètre à vapeur, d'un manomètre à air, d'un manomètre pour le chauffage des trains par la vapeur, d'un réducteur de pression de vapeur, système Gould, de trois robinets de jauge, d'un niveau d'eau à tube protégé, d'une lampe de cabine, d'un souffleur, de porte-signaux et d'un outillage complet.

Tender. — Le châssis se composera de fers cornières de 0,165 m. × 0,102 m. × 0,019 m. convenablement reliés entre eux et entretoisées. Il sera recouvert d'un plancher en sapin de 0,051 m. d'épaisseur, sur lequel on posera, dans la partie formant soute à combustible, un deuxième plancher en chêne de 0,025 m.; on recouvrira ce dernier d'une tôle fixée au moyen de vis à tête fraisée.

Le réservoir sera formé de tôles de 0,006 réunies par des rivets de 0,011 m., espacé de 0,038 m.

La trompe pour la prise d'eau en marche sera commandée par un levier placé sur le côté gauche de la soute à combustible.

L'attelage d'arrière sera du système Gould. La hauteur de l'axe de l'attelage, au-dessus du rail, sera de 0,889 m.

Un tampon sec sera fixé sur la traverse d'arrière; la partie supérieure de ce tampon sera à une hauteur de 1,270 m. au-dessus du rail.

L'attelage d'avant se composera d'une barre de traction rigide et de chaînes de sûreté,

Les bogies auront deux essieux espacés de 1,346 m. d'axe en axe; ils comporteront deux bâtis en fer et une traverse formée de deux fers en U placés de champ et réunis à leur partie supérieure et à leur partie inférieure par des tôles rivées; des chapeaux en fonte fermeront les extrémités de la traverse.

Les plaques d'assise supportant cette dernière devront être en fonte; elles seront reliées par des boulons aux bâtis et à la traverse, sur laquelle sera également boulonné le porte-pivot. On fixera, en outre, sur la partie supérieure de la traverse, deux barres, auxquelles seront attachés les colliers de sûreté des essieux.

Les boîtes d'essieux seront en fonte ; les coussinets en bronze, et les cales placées entre les boîtes et les coussinets, en fonte malléable.

Les essieux seront en fer martelé. Les fusées auront 0,105 m. de diamètre et 0,203 m. de longueur.

Les bandages seront en acier et fixés aux roues au moyen de cercles Mansell.

Le frein sera du système Westinghouse et agira sur toutes les roues.

Enfin, le tender comportera les organes et accouplements nécessaires pour le frein à air comprimé et pour le chauffage par la vapeur.

ADDENDA

ADDENDA

Nouvelles locomotives compound à grande vitesse des Chemins de fer de l'Ouest. (*Complément aux paragraphes* 28 et 152.) — La *Compagnie de l'Ouest* a commandé en 1897 une série (503 à 522) de nouvelles locomotives à grande vitesse, du type compound à quatre cylindres analogues, aux plus récentes de celles qui ont été mises en service par les Chemins de

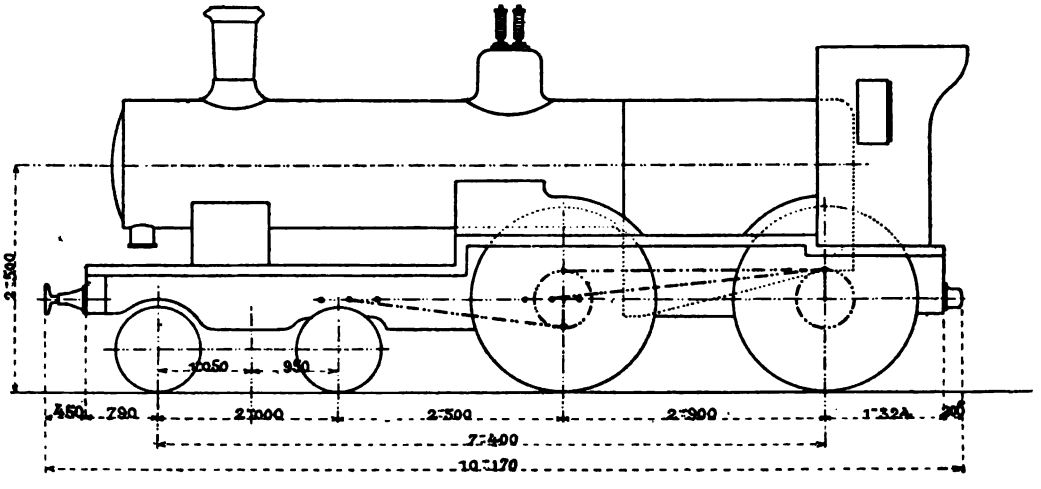


Fig. 966. — Nouvelle locomotive à grande vitesse, compound à quatre cylindres (série 503-522) des *Chemins de fer de l'Ouest.*

fer du *Nord* et du *Midi* (voir t. I ; fig. 8 à 10 et 27-28), un peu plus puissantes même que les premières et qui seront les plus hautes circulant en France (fig. 966).

La chaudière est à foyer Belpaire et comporte des tubes Serve. La boîte à fumée est prolongée sur l'avant.

Les cylindres à haute pression sont extérieurs et les cylindres à basse pression intérieurs.

La partie arrière du foyer surmonte le dernier essieu. L'avant est supporté par un bogie à jeu latéral contrôlé.

Les distributions sont du type Walschaërt.

Les conditions principales d'établissement sont comme suit :

Surface de grille	2,40 m²	Course des pistons.	0,640 m.
— de chauffe	133,70 —	Diamètre des roues accou-	
Timbre.	14,00 kg.	plées	2,040 —
Diamètre des cy- (H. P. .	0,340 m.	Empattement fixe	2,900 —
lindres. . . . (B. P. .	0,530 —	— total	7,400 —

Nouvelles locomotives à grande vitesse et à bogie des Chemins de fer de l'Etat français. — L'administration des *Chemins de fer de l'État* a commandé, dans le courant de 1897, quatre locomotives à grande vitesse représentées, dans leurs grands traits, par le schéma de la figure 967. Ce sont

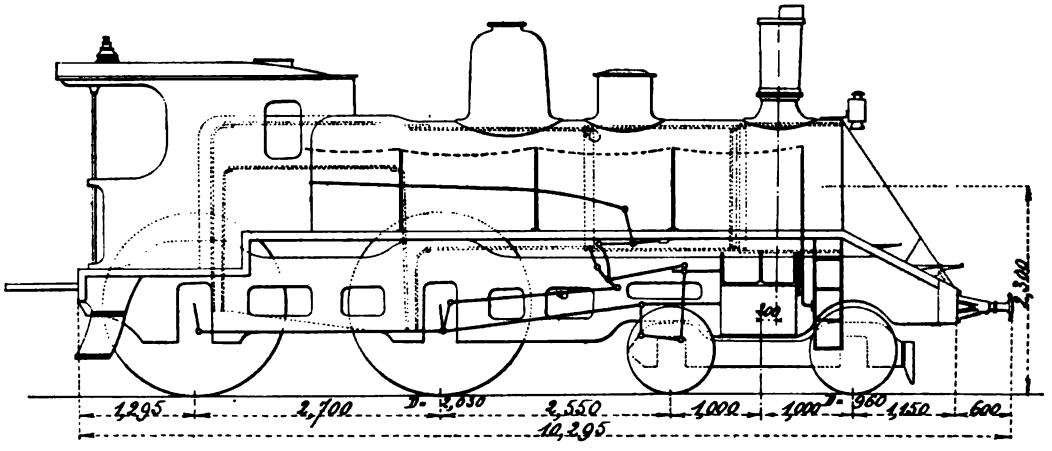


Fig. 967. — Nouvelle locomotive à grande vitesse des *Chemins de fer de l'Etat français.*

des machines à quatre roues accouplées sur l'arrière, comportant un bogie à l'avant. Le foyer, assez profond, du type Belpaire, plonge entre les deux essieux accouplés distants de 2,700 m. d'axe en axe. Les cylindres, extérieurs, sont, de chaque côté, placés entre les roues du bogie. Les tiroirs, cylindriques, sont extérieurs et commandés par une distribution Walschaërt, également extérieure. L'avant comporte une proue coupante destinée à diminuer la résistance de l'air; la partie antérieure de l'abri est formée, pour la même raison, de deux plans obliques se coupant suivant une arête verticale, dans l'axe de la machine.

Les conditions principales d'établissement sont consignées ci-après :

Longueur totale de la machine de tampon à tampon . . .	10,295 m.
Empattement total de la machine.	7,677 —
Empattement total de la machine et du tender.	13,515 —
Nombre des cylindres	2
Diamètre.	0,440 —

Course des pistons	0,650 m.
Diamètre des roues motrices	2,030 —
Timbre	14 kg.
Surface de grille	2,050 m².
Surface de chauffe totale	160,10 —
Diamètre du corps cylindrique	1,380 m.
Nombre de tubes, système Serve	111
Diamètre intérieur des tubes	60 mm.
Longueur des tubes entre plaques	3,582 kg.
Poids de la machine à vide	45,000 —
Poids en ordre de marche	49,000 —

Cette machine est accompagnée d'un tender à deux essieux pesant 13 t. à vide et 28 t. en ordre de marche.

Locomotives compound à quatre cylindres (*Complément au paragraphe* 111). — Nous avons, au cours de cet ouvrage, insisté comme il convenait sur les excellents résultats donnés en service par les locomotives compound à quatre cylindres, usitées, avec le succès que l'on sait, par la plupart des grandes administrations françaises. Nous désirons, à leur sujet, présenter une observation.

Quelques ingénieurs pensent que les avantages de ce système sont achetés au prix d'une complication un peu grande et que les calages des manivelles, parfois adoptés, soit pour faciliter le démarrage, soit pour favoriser le jeu régulier de la vapeur à son passage d'un cylindre dans l'autre, ne permettent pas d'obtenir d'une manière complète l'équilibre des organes alternatifs qui paraîtrait devoir être un des principaux avantages de cette disposition. Or, il est possible de concilier les diverses conditions du problème si on ne tient pas à les appliquer chacune dans toute leur rigueur. Si on place les quatre cylindres à l'avant côte à côte, deux à l'intérieur et deux à l'extérieur, et que l'on cale les manivelles des cylindres voisins à 180° (et à 90° des autres), on pourra équilibrer les organes alternatifs et effectuer la distribution, dans chaque paire de cylindres, à l'aide d'un seul mécanisme de distribution. On obtiendrait ainsi une machine bien équilibrée et assez simple.

On pourra objecter il est vrai que l'on perd alors l'avantage de la répartition des efforts moteurs sur deux essieux. Nous ferons toutefois remarquer que la fatigue de l'essieu moteur attaqué par quatre manivelles sera quand même bien diminuée. En plaçant un bogie à l'avant, on n'aura plus à craindre un excédent de charge sur le premier essieu, résultant de la présence des quatre cylindres sur le même plan à l'avant.

Il nous semble que c'est actuellement le type de locomotives à créer ; il serait fort intéressant de le comparer aux excellentes machines à quatre cylindres en service dans notre pays. D'ailleurs, ce système vient d'être

appliqué, à titre d'expérience, par deux Compagnies anglaises, le *London and North Western* et le *Glasgow and South Western*, et, aux États-Unis, par M. Strong ; on suivra avec intérêt les résultats obtenus sur ces machines.

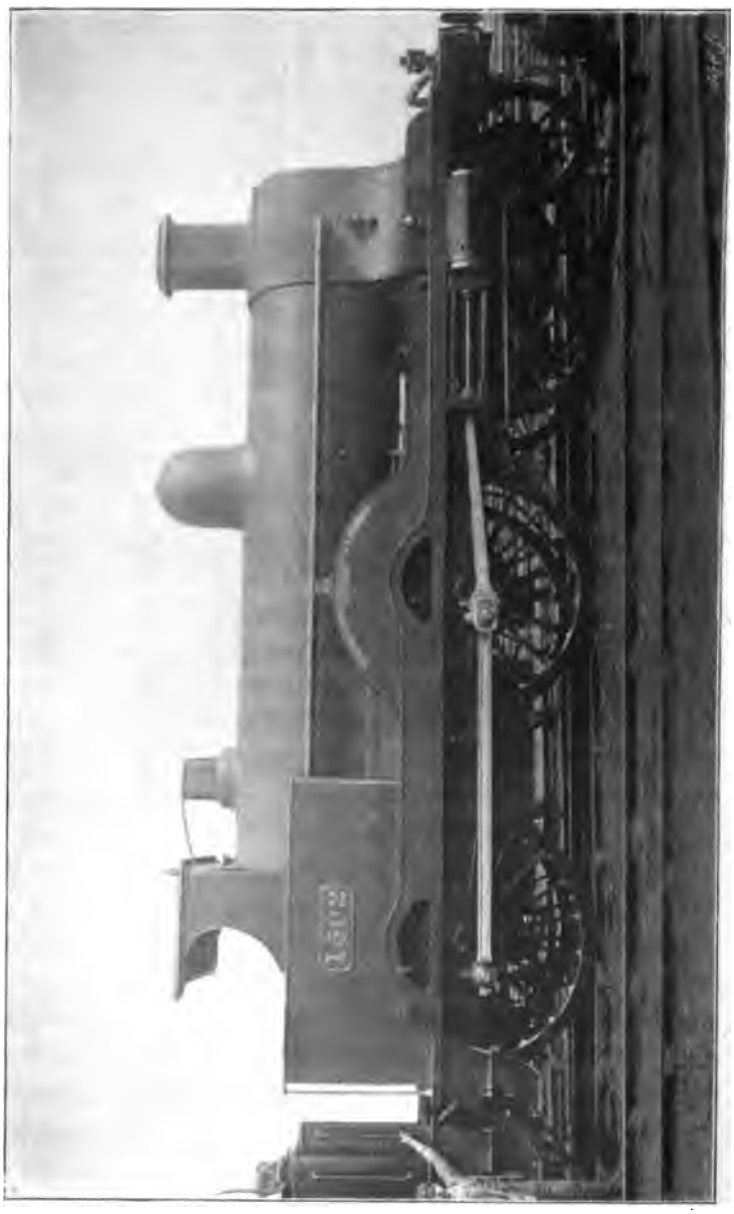


Fig. 968. — Nouvelle locomotive à quatre cylindres du *London and North Western Ry* (Système F. W. Webb).
(D'après un cliché de M. A. Moore.)

Le *London and North Western* a fait construire en 1897 deux locomotives à grande vitesse et à bogie (nos 1501 et 1502) (fig. 968) montées sur des roues accouplées de 2,13 m. de diamètre et possédant une chaudière de même type que les locomotives du modèle Teutonic que nous avons décrites (fig. 92 99).

On avait, à l'origine, porté l'écartement des deux essieux accouplés des locomotives de ce modèle à 2,945 m. parce que ces machines, du type Webb à trois cylindres, ne possédaient pas de bielles d'accouplement ; il n'y avait pas alors en Angleterre de bielles d'accouplement de cette longueur. L'initiative prise ultérieurement dans ce sens par les Compagnies françaises de l'*Ouest*, de l'*Est*, du *Nord* et du *Midi* et par la *Société alsacienne*, qui, les premières, portèrent à 2,90 m. et 3 m. la longueur des bielles d'accouplement, ont constitué un enseignement qui n'a pas été perdu en Angleterre. Aussi les nouvelles machines compound du *London and North Western*, malgré l'écartement de leurs essieux, comportent-elles des bielles d'accouplement. La locomotive 1501 comporte quatre cylindres égaux, la machine n° 1502 a deux cylindres extérieurs à haute pression de 0,380 m. de diamètre et deux cylindres intérieurs à basse pression de 0,490 m. ; les deux types doivent servir à des expériences comparatives ; le timbre est resté de 12,30 kg. comme pour les machines antérieures. Les quatre cylindres sont placés sur la même ligne à l'avant, leur plan transversal médian correspondant à celui du bogie. La manivelle extérieure et la manivelle intérieure correspondante du même côté sont calées à 180°, les organes alternatifs des deux mécanismes, présentant le même poids, se trouvent ainsi parfaitement équilibrés. Les manivelles du côté opposé sont calées à 90° des précédentes.

Les jantes des roues ne portent pas de contrepoids ; les organes rotatifs, boutons et bielles d'accouplement sont équilibrés par des contrepoids formés par le moyeu.

On n'a disposé qu'un seul mécanisme de distribution (système Joy articulé sur la bielle intérieure) pour chaque paire de cylindres. Les tiroirs des cylindres extérieurs sont commandés par un renvoi de mouvement.

Ces locomotives comportent une boîte à fumée légèrement prolongée et la double cheminée à enveloppe ovale dont nous parlons ailleurs.

Le poids en charge de la machine 1502 est de 54,05 t. dont 34,03 t. de poids adhérent également réparti sur les deux essieux accouplés.

Ces machines remorquent facilement, paraît-il, des trains de 250 t. à la vitesse ordinaire des express du réseau.

La machine de M. Strong présente une disposition analogue en ce qui concerne l'arrangement des cylindres et des manivelles, avec cette différence que les cylindres à basse pression sont extérieurs et inversement. On n'a également disposé de contrepoids que pour les organes rotatifs. Cette locomotive a été essayée au point fixe sur les appareils de l'Université de Purdue dont nous avons parlé au cours de l'ouvrage, à des vitesses qui se sont élevées jusqu'à 300 tours (environ 97 km. à l'heure). Les pressions verticales, positives ou négatives, sur les galets remplaçant le rail, n'ont pas sensiblement dépassé la pression à l'état statique, ce qui n'est pas le cas

lorsque les roues comportent des contrepoids pour les organes alternatifs.

M. Von Borries[1] a récemment étudié une machine du même genre. De chaque côté est placé un groupe de deux cylindres fondus d'une pièce, l'un à haute pression intérieur, l'autre à basse pression extérieur ; leurs axes sont très rapprochés. La distribution est opérée par deux tiroirs cylindriques situés côte à côte un peu au-dessus des cylindres, commandés par un mécanisme unique et marchant parallèlement. L'admission dans le tiroir à haute pression s'effectue par le centre et l'échappement dans les bouts, la disposition inverse est adoptée pour le tiroir à basse pression. Les manivelles voisines des cylindres à haute et à basse pression sont calées suivant un angle un peu inférieur à 180°, le piston à haute pression ayant une légère avance angulaire sur l'autre. Le calage est cependant assez voisin de 180° pour que, en pratique, on puisse considérer les organes du mécanisme des deux cylindres comme s'équilibrant à peu près complètement.

Dans une seconde disposition, l'inventeur a placé les deux manivelles exactement dans le prolongement l'une de l'autre, mais les deux bielles des tiroirs ne sont pas articulées au même point du levier d'avance de la distribution Walschaert ; la bielle du tiroir à haute pression est placée un peu plus bas que l'autre, la bielle de la coulisse étant articulée à l'extrémité supérieure dudit levier. Le grand tiroir a un recouvrement plus faible. On obtient ainsi les introductions correspondantes indiquées ci-dessous qui sont considérées par M. Von Borries comme donnant les meilleurs résultats :

HP.	0,30	0,40	0,50	0,70
BP.	0,50	0,60	0,70	0,71

Locomotives compound articulées, à quatre cylindres, du système A. Mallet (*Complément au paragraphe* 111). — Comme complément à ce que nous avons dit ci-dessus (p. 167, t. II) nous donnons les dimensions principales de différents types de locomotives de ce système, d'après des données que nous devons à l'obligeance de M. A. Mallet.

La Société de Saint-Léonard exposait à Bruxelles, en 1897, une locomotive compound articulée du type Mallet, à six essieux accouplés trois par trois, construite pour les *Chemins de fer de l'État belge*, et qui est la plus puissante actuellement en service en Europe. Elle est destinée au renfort sur les plans inclinés de Liège à Ans. Actuellement, les trains de marchandises, originaires de la ligne d'Aix-la-Chapelle et se dirigeant vers l'intérieur de la Belgique, doivent rompre charge avant de s'engager sur ces rampes et se reconstituer sur le faîte. Les machines du nouveau type permettront d'éviter ces manœuvres coûteuses.

[1] *Annales de Glaser.*

LOCOMOTIVES COMPOUND ARTICULÉES, SYSTÈME MALLET (VOIE NORMALE)

	HÉRAULT	CENTRAL SUISSE	CENTRAL SUISSE	ÉTAT PRUSSIEN	ÉTAT BADOIS	ÉTAT BAVAROIS	ÉTAT HONGROIS	GOTHARD
Surface de grille . . . . . m².	1,50	1,82	1,66	1,94	1,96	2,07	2,60	2,20
— de chauffe directe. . . . . —	6,50	7,80	7,26	10,05	10,40	9,00	12,30	9,50
— de chauffe tubulaire. . . . . —	71,50	107,40	99,24	132,11	127,55	113,40	154,60	144,50
— de chauffe totale . . . . . —	78,00	115,20	106,50	142,16	137,91	122,40	160,90	154,00
Timbre de la chaudière	12 kg.	12 kg.	14 kg.	12 kg.	13 kg.	14 kg.	13 kg.	12 kg.
Diamètre des cylindres . . . . . mm.	305/460	355/550	350/540	400/600	390/600	415/635	385/545	400/580
Course des pistons . . . . . —	520	640	610	600	600	630	610	640
Diamètre des roues. . . . . m.	1,200	1,280	1,200	1,260	1,260	1,330	1,220	1,250
Empattement fixe. . . . . —	1,450	1,900	1,680	1,750	1,750	1,730	1,750	2,700
— total . . . . . —	5,000	6,200	5,580	5,800	5 800	5,905	5,800	8,130
Longueur hors tampons. . . . . —	9,400	11,520	10,400	10,070	9 93	10,420	10,860	13,800
Capacité des caisses à eau. . . . . l.	3 700	5 000	7 200	Tender séparé.	Tender séparé.	Tender séparé.	Tender séparé.	7 000
— des soutes à charbon . . . . . kg.	1 300	2 000	3 300	—	—	—	—	4 300
Poids de la machine vide. . . . . —	28 000	48 600	44 400	49 300	50 200	50 600	49 500	67 000
— maximum en service . . . . . —	36 000	60 000	59 000	54 400	56 200	56 200	56 000	87 000
Effort de traction $\frac{p d^2 l}{D}$ . . . . . —	4 850	7 680	8 720	9 140	9 410	11 500	9 630	9 980

Cette machine est du type tender avec foyer Belpaire élargi passant au-dessus des roues avant du truck postérieur, d'une largeur intérieure de 2,61 m. et d'une longueur, également intérieure, de 2,96 m. Les tubes sont du système Serve à ailettes, en laiton.

Les quatre tiroirs sont cylindriques.

Les conditions principales d'établissement sont comme suit :

Diamètre des cylindres à H. P.	0,500 m.
— — à B. P.	0,810 —
Course des pistons	0,650 —
Diamètre des roues	1,300 —
Timbre	15 kg.
Surface de grille	7,000 m².
— de chauffe totale	260,000 —
Longueur totale de la machine	15,263 m.
Contenance des caisses à eau	9,00 t.
— — à charbon	3,00 —
Poids à vide	80,00 —
— en ordre de marche	98,00 —

Puissantes locomotives à grande vitesse pour le Southern Railway. — La Compagnie du *Southern Railway* (États-Unis) a fait construire dans le courant de l'année 1897, dans les ateliers de Richmond, des locomotives à grande vitesse, six roues accouplees et à bogie, qui sont de dimensions inusitées. Nous connaissons peu de machines, destinées au service des voyageurs, qui aient un poids adhérent aussi élevé et un pareil volume de cylindres. On pourra s'en rendre compte par l'examen des chiffres suivants :

Surface de chauffe directe	18,05 m².
— — tubulaire	213,90 —
— — totale	231,95 —
Diamètre minimun intérieur du corps cylindrique à l'avant.	1,55 m.
Nombre de tubes	295
Diamètre extérieur des tubes	0,051 m.
Longueur des tubes entre plaques	4,400 —
Diamètre des cylindres	0,533 —
Course de pistons	0,710 —
Pression de régime	13 kg.
Diamètre au roulement des roues accouplées	1,829 m.
Poids adhérent en ordre de marche	52,40 t.
Poids total en ordre de marche	67,70 t.

Nouvelle locomotive à huit roues accouplées du Mexican Central Railway. — A l'appui de la thèse que nous avons, à diverses reprises, soutenue dans cet ouvrage concernant l'élasticité des limites tracées au développement de la locomotive, nous tenons à donner quelques chiffres et un schéma (fig. 969) relatifs à une très puissante locomotive livrée en 1897 au *Mexican Central*

Railway, par les ateliers Brooks. Cette machine, qui est à tender séparé, n'a pas une surface de grille aussi grande que celle de beaucoup de locomotives américaines et belges, mais elle est considérable néanmoins, étant donné qu'elle est destinée à l'emploi d'un bon charbon demi-gras.

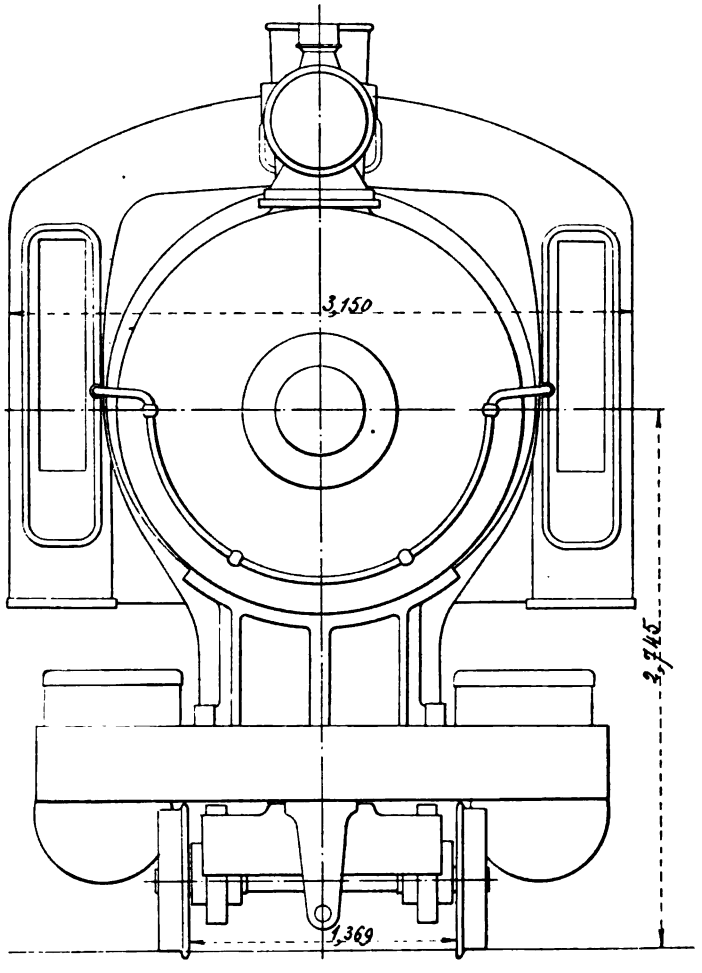


Fig. 969. — Vue d'avant des nouvelles machines à marchandises du *Mexican Central Ry*, munies des plus grosses chaudières qui aient encore été montées sur une locomotive.

Cette locomotive est à huit roues accouplées de 1,245 m. de diamètre comprises entre deux paires de roues porteuses à bissel, de 0,723 de diamètre. La chaudière offre des dimensions tout à fait anormales. Le corps cylindrique, qui renferme 412 tubes de 51 mm. de diamètre extérieur, a un diamètre minimum de 1^{m},981 à l'avant. La boîte à feu est du type à wagon-top, la virole arrière du corps cylindrique, conique, a 2,46 m. de diamètre à la grande base.

Les dimensions principales sont consignées ci-dessous :

Surface de grille	3,20	m².
— de chauffe directe	19,95	—
— — totale	261,45	—
Timbre de la chaudière	12,65	kg.
Diamètre des cylindres	0,560	m.
Course des pistons	0,660	—
Diamètre des roues accouplées	1,245	—
Poids total en service	87,80	t.
Poids adhérent en service	65,86	—

Nouvelles locomotives des chemins de fer de l'Etat autrichien. — Parmi les types de locomotives mis tout récemment en service par les chemins de

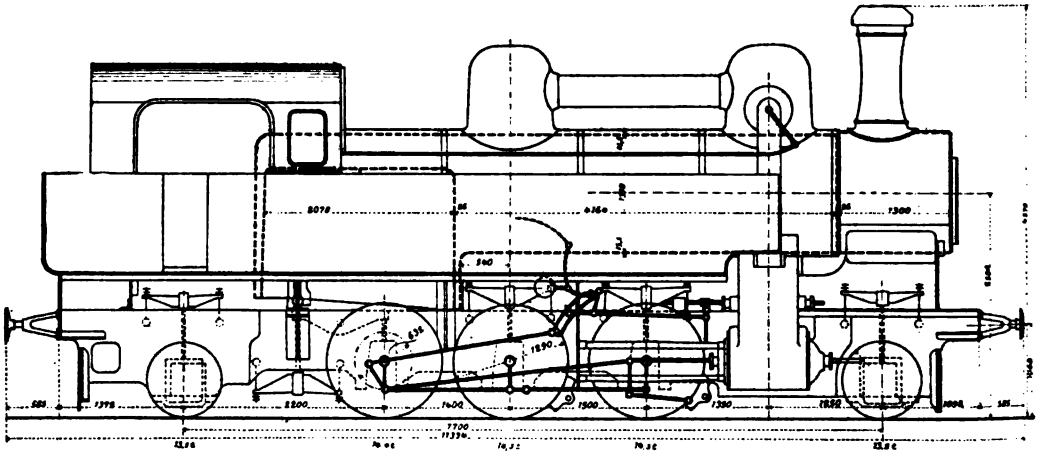


Fig. 970. — Nouvelle locomotive-tender compound, de l'*État autrichien*.

fer de l'*État autrichien* et qui n'ont pas été décrits au cours de l'ouvrage, il convient de citer les deux machines représentées figures 970 et 971. Toutes ces locomotives sont à cylindres et à distribution extérieurs et du système compound Golsdorf. Les chaudières sont à grand foyer du type Crampton, et portent deux dômes réunis par un tuyau horizontal extérieur. Le cadre du foyer est placé au-dessus des longerons, afin d'élargir la grille. Aussi ces machines sont-elles les plus hautes qui existent en Europe. L'axe de la chaudière est, dans un des types, placé à 2,60 m. au-dessus du rail.

La première de ces locomotives (fig. 970) est une machine-tender, reproduite jusqu'ici à de nombreux exemplaires (75 machines); elle est surtout employée au service des trains de banlieue à Vienne. Elle comporte six roues accouplées de 1,290 m. de diamètre, très rapprochées, comprises entre deux essieux à boîtes radiales placés, l'un à l'avant sous la boîte à

[1] *Organ*, 1897, 10 heft. Note de M. Von Borries.

fumée, l'autre à l'arrière sous la plate-forme. Les caisses à eau sont disposées latéralement et la boîte à charbon à l'arrière.

Ces locomotives sont en service sur des lignes présentant des rampes de 25 mm. et des courbes de 150 m. de rayon. Leur approvisionnement d'eau leur permet d'effectuer des parcours de 92 kilomètres.

La seconde machine (fig. 971) est du type Consolidation et des plus puissantes. Les quatre essieux accouplés portent chacun une charge de 14 tonnes. L'essieu radial placé à l'avant porte 10,5 tonnes. La boîte à feu a 2,920 m. de longueur extérieure, et le corps cylindrique 1,566 m. de diamètre intérieur.

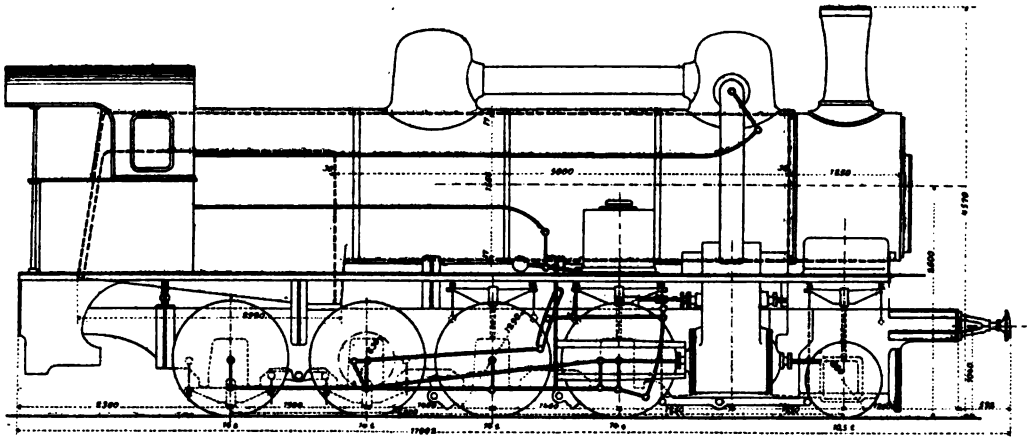


Fig. 971. — Nouvelle locomotive, du type *Consolidation*, compound, de l'*État autrichien*.

Cette locomotive passe facilement, à la vitesse de 45 km. à l'heure, dans des courbes de 200 m. de rayon.

Les dimensions principales de ces deux types de machines sont consignées dans le tableau ci-dessous :

		MACHINE à 6 roues accouplées.	MACHINE à 8 roues accouplées.
Surface de grille	mètres carrés.	2,33	3,37
— de chauffe totale	—	131	227
Timbre	kilogrammes.	13	13
Diamètre des cylindres { H P	mètres.	0,520	0,540
Diamètre des cylindres { B P	—	0,740	0,800
Course des pistons	—	0,632	0,632
Diamètre des roues accouplées	—	1,229	1,229
Empattement fixe	—	2,900	4,300
— total	—	7,700	7,600
Poids total à vide	—	54,50	60,00
— en charge	—	70,30	66,50
Poids adhérent, en charge	—	43,00	56,20

Diminution de la résistance de l'air. — La résistance directe opposée par l'air à la marche des trains est proportionnelle à l'étendue des surfaces trans-

versales présentées par la machine et par les véhicules [1]. Elle forme une fraction notable de la résistance totale, surtout aux grandes vitesses. La résistance subie de ce fait par la machine elle-même ne constitue qu'une portion de la résistance totale due à l'air, portion variable avec le nombre des véhicules, leur largeur, leur hauteur, l'écartement de leurs faces qui se regardent, l'importance et le nombre des saillies. On ne résout donc qu'une partie du problème en réalisant les moyens de diminuer la résistance de l'air à l'avant de la machine.

Pour diminuer la résistance du train, on doit donner à toutes les voitures appelées à le composer, la même hauteur et la même largeur, et réduire autant qu'on le peut l'intervalle qui les sépare, lequel, dans le matériel usité sur le continent européen en général et sur quelques réseaux français en particulier, est trop grand. Pour la compacité et la régularité géométrique de leurs lignes, les trains anglais sont à ce point de vue des modèles. L'adoption des plates-formes d'intercirculation couverte constitue un moyen de diminuer la résistance de l'air en réduisant la surface libre à l'avant de chaque véhicule. On commence même, aux États-Unis, à donner aux plates-formes couvertes la même largeur qu'aux caisses des voitures, le train ne formant plus qu'un bloc continu et régulier.

On ne doit pas oublier non plus qu'un vent assez violent du travers crée une résistance souvent plus grande que celle de l'air à l'avant du train, en repoussant vers le dehors les différents véhicules dont les boudins des roues viennent exercer un frottement anormal sur le rail extérieur.

Deux administrations françaises, celles de l'*État* et de *P.-L.-M.*, ont seules jusqu'ici cherché, pour quelques-unes de leurs machines, à réduire la résistance qu'oppose à leur marche le milieu dans lequel elles se meuvent (quelques machines express de l'*État;* machines C. 21-60 de *P.-L.-M.*). L'avant est muni d'une proue coupante dont l'arête verticale et médiane monte même, dans les machines de la *Compagnie de Lyon*, jusqu'au sommet de la cheminée. Le dôme est réuni à la cheminée par des surfaces longitudinales. La face avant de l'abri est composée de deux parties formant entre elles un angle aigu dont le sommet est dans le plan médian de la machine.

Les portes de boîte à fumée ronde, à battant unique, peuvent donner, sans nuire à l'aspect de la machine, un moyen très simple d'obtenir le résultat cherché, d'autant plus que leur diamètre est peu inférieur à celui de la boîte à fumée extérieurement. Il suffit de donner à cette porte une convexité très marquée ou même une forme conique, le sommet se trouvant à l'avant,

[1] Nous considérons comme assez faible pour être négligeable, la résistance due au frottement des surfaces longitudinales contre les couches d'air voisines.

disposition qui a été réalisée sur les plus récentes locomotives du *London and South Western Ry.*

C'est en partie le désir de réduire la résistance de l'air qui a conduit les ingénieurs anglais à donner aux abris et aux tabliers de leurs locomotives une largeur aussi faible que possible (voir fig. 893 à 897 et surtout fig. 896).

Chauffage au pétrole[1] (*Complément au paragraphe* 82). — A l'heure actuelle, le *Great Eastern Railway* possède 37 locomotives disposées pour l'emploi du combustible liquide avec les appareils Holden qui ont reçu récemment certains perfectionnements.

L'huile minérale est renfermée à l'intérieur de deux caisses cylindriques placées sur le tender et qui laissent l'espace central parfaitement libre pour recevoir du charbon, comme précédemment. Ces réservoirs sont pourvus d'un dispositif convenable qui permet de chauffer l'huile pendant l'hiver. De ces réservoirs, des tuyaux amènent le pétrole à la plate-forme de la locomotive où, après être passé dans les valves nécessaires, il se rend aux injecteurs qui le pulvérisent et le lancent dans la boîte à feu.

L'injecteur a été perfectionné par l'addition d'un tuyau au moyen duquel on peut faire passer dans l'appareil de l'air chauffé dans la boîte à fumée à la température d'environ 150° C. Cet air se mélange au pétrole et entre avec lui dans la boîte à feu. L'injecteur peut aussi, quand la locomotive se trouve pourvue d'un frein à vide, se mettre en communication avec les tuyaux du frein et, tout en injectant le pétrole au moyen du courant induit, agir comme aspirateur pour maintenir le vide dans toute la longueur du train. Si l'on veut brûler uniquement du pétrole, il suffit de couvrir les barreaux du foyer d'une couche mince de briques réfractaires afin d'éviter l'introduction d'une trop grande quantité d'air froid.

La consommation de combustible pour un travail donné a été reconnue la suivante sur le *Great Eastern Railway :*

	Kilogrammes par kilomètre.
En ne se servant que de houille	9,97
En se servant à la fois de houille et de pétrole :	
houille 3,32	6,28
pétrole 2,96	
En se servant uniquement de pétrole.	4,65

Si l'on prend des dispositions pour employer le pétrole en quantités considérables, il devient plus facile d'alimenter les locomotives avec le combustible, que cela n'est possible quand elles brûlent de la houille. On peut, en effet, faire arriver avec une grande facilité, dans les réservoirs disposés sur le tender, le pétrole conservé dans des cuves convenables. Le pétrole

[1] *Portefeuille des Machines*, N° de septembre 1897.

employé jusqu'à ces derniers temps sur le *Great Eastern Railway* était de l'astatki russe, c'est-à-dire le résidu de la distillation du pétrole brut, dont la pesanteur spécifique est de 0,906 et qui s'enflamme à 170° C environ; mais la quantité de ce produit importée en Angleterre n'est pas assez grande, actuellement, pour que l'on puisse s'en procurer facilement. On se sert maintenant d'huile verte provenant des usines à gaz, ayant un poids spécifique de 1,1 et dont le point d'inflammation est de 104°,50 C environ.

On a installé des brûleurs de pétrole sur plusieurs locomotives du *Lancashire and Yorkshire*, destinées à servir sur les lignes des docks de Liverpool. Le principal objectif, dans ce cas, n'était pas de faire une économie de combustible; mais de supprimer les risques d'incendie auxquels des étincelles peuvent donner lieu, tout en évitant la production de fumée pendant la traversée de certaines rues de Liverpool. Pour les locomotives de Liverpool on a employé de la créosote, le combustible liquide le moins coûteux que l'on eût à sa disposition; mais on a obtenu aussi de très bons résultats du goudron de gaz.

L'administration des chemins de fer de l'*État autrichien* a expérimenté l'emploi du combustible liquide sur des locomotives traversant le tunnel de l'Arlberg, dont la longueur est de 10,4 km. Ces machines, à huit roues accouplées, présentent un poids en charge de 58 tonnes, une surface de grille de 2,25 m² et une surface de chauffe totale de 182 m². On a ménagé, dans le fond arrière du foyer, à côté de la porte, deux orifices par lesquels deux pulvérisateurs pénètrent dans la boîte à feu. Ces appareils sont en communication avec un récipient à huile de 1 200 litres.

On a pu obtenir ainsi une fumivorité complète. Un des principaux avantages du système Holden dans l'espèce est de permettre de passer à volonté, sans préparatifs, du chauffage au charbon au chauffage à l'huile et inversement. On peut ainsi facilement faire usage de l'huile pour la traversée du tunnel seulement[1].

On a trouvé que la perte totale en oxygène, provenant de la production d'acide carbonique et d'eau, est en vingt-quatre heures de :

Par le chauffage au charbon	. . . . .	14,458	m³.
— — au coke	. . . . .	9,075	—
— — à l'huile bleue	. . . . .	3,627	—
— — — de goudron	. . . . .	5,972	—
— — — de gaz.	. . . . .	5,654	—

En présence des résultats favorables obtenus, sous le rapport hygiénique et économique, l'État autrichien a décidé d'employer le même système de chauffage sur 37 locomotives. A l'avenir, tous les trains passant par le

[1] *Bulletin de la Commission Internationale du Congrès des Chemins de fer*, oct. 1897.

tunnel de l'Arlberg seront remorqués par des locomotives chauffées à l'huile.

On ne peut dire que l'application du combustible liquide à la production de la vapeur soit encore à l'état de simple expérience, au point de vue mécanique. Au contraire, le chauffage des chaudières au pétrole est un procédé d'une perfection idéale, dont le seul inconvénient est la difficulté de se procurer le combustible à un prix raisonnable, difficulté qu'il n'est pas facile de vaincre, dans les pays éloignés des gisements d'huile minérale.

Distributions perfectionnées (*Complément au paragraphe* 106). — La distribution Durant et Lencauchez a été récemment appliquée à une locomotive à grande vitesse (type 12) de l'*État belge*, qui figurait à l'exposition de Bruxelles en 1897. C'est une des premières applications, la première même, croyons-nous, de ce système à une locomotive à cylindres intérieurs.

La même administration a aussi appliqué, à titre d'essai, à trois locomotives à grande vitesse, la distribution du système Hayois, comportant des tiroirs indépendants pour l'admission et l'échappement, ces derniers sont du type à grille. La distribution est commandée par des coulisses, sans déclic.

Aux États-Unis, M. Strong a fait récemment construire une machine compound à quatre cylindres sur laquelle il a appliqué sa distribution à tiroirs à grille qui avait été déjà adoptée par lui à une locomotive vers 1886 et que l'on avait, comme nous l'avons signalé dans le cours de l'ouvrage, remplacée dans la suite par une distribution ordinaire.

Ces nouvelles applications ne nous paraissent pas de nature à modifier la forme de nos conclusions. Nous continuons à penser que ces nouvelles distributions donnent une solution ingénieuse d'un problème assez intéressant, mais que, en ce qui concerne les locomotives, elles sont destinées à rester d'application assez limitée.

Résultats d'essais effectués par la Compagnie du Midland Railway (*Complément au paragraphe n°* 162). — La Compagnie du *Midland Ry* a effectué en service régulier, en 1897, sous la direction de M. S. Johnson, ingénieur en chef, d'intéressants essais qui ont porté sur les nouvelles locomotives à grande vitesse, à roues libres, mentionnées page 182 et représentées figure 81 (t. I^{er}). Nous en donnerons les résultats moyens comme complément à ceux qui ont été relatés au cours de l'ouvrage (chap. III, t. II).

Ces locomotives ont une seule paire de roues motrices de 2,362 m. de diamètre, portant une charge de 18 tonnes, des cylindres de 0,495 m. $\times$ 0,660 m., une surface de grille de 1,98 m^2; elles fonctionnent à une pression normale de 12 kg. Elles consomment du charbon de très bonne qualité, du Derbyshire ou du South Yorkshire. Le foyer est muni d'une voûte en briques et d'un auvent.

Les essais ont été effectués entre Londres et Nottingham (distance 198,5 km.) dans les deux sens, la machine étant attelée aux trains les plus rapides tracés à une vitesse commerciale variant de 81 à 85 km., correspondant à des vitesses moyennes de marche de 85 à 93 km. à l'heure.

MOYENNES DE DIX VOYAGES

(Cinq montants, cinq descendants.)

DISTANCE totale parcourue.	HEURES de chauffe.	CONSOMMATION de charbon par kilomètre.	CONSOMMATION de charbon par cheval-indiqué. (1)	VAPORISATION par kilogramme de charbon.	POIDS total moyen des trains. (2)	VITESSE moyenne de marche.
Kilomètres.		Kilogrammes.	Kilogrammes.	Kilogrammes.	Tonnes.	Kilomètres.
1984	45,5	6,960	1,307	9,330	213	86,60

(1) Non compris allumage.
(2) Machine et tender compris.

Foyer Belpaire. Dilatation (*Complément au paragraphe* 198). — Il est un des avantages de la boîte à feu du type Belpaire sur lequel nous croyons ne pas avoir suffisamment insisté; nous voulons parler de la facilité avec laquelle elle se prête à la dilatation des parois du foyer lors de la période d'allumage et de mise en pression.

Dans le foyer Crampton comportant une consolidation par tirants rigides, il est indispensable de placer à l'avant, nous l'avons vu, au moins deux rangées de tirants à dilatation. En effet, par suite de sa forme cintrée, le berceau offre la plus grande rigidité et forme un obstacle invincible au soulèvement du foyer et de ses tirants. Mais alors la dilatation ne s'opèrant à l'avant que sur une faible fraction de la longueur du foyer (environ 0,30 m.), l'obliquité que prennent les fibres du métal est trop grande et il en résulte, après des parcours plus ou moins longs, des fissures et des criques. Aussi peut-on dire aujourd'hui, d'après l'expérience des réseaux qui ont expérimenté les deux systèmes, que le seul mode de consolidation qui convienne aux boîtes à feu Crampton, consiste dans l'emploi de fermes ou de dispositifs entièrement à dilatation, sur toute l'étendue du ciel; cette dernière disposition, assez coûteuse et compliquée, ne s'applique qu'aux foyers de dimensions réduites; les fermes en travers conviennent à tous les types, mais elles sont parfois un peu lourdes.

Or, dans la boîte à feu Belpaire, la partie horizontale du berceau, parallèle au ciel et raccordée aux flancs par des congés de grand diamètre, offre une élasticité assez grande, elle forme soufflet sous l'action des dilatations et contractions successives du foyer auxquelles elle n'oppose qu'une résis-

tance relativement faible, surtout en ce qui concerne les premières, la pression intérieure de la vapeur tendant à cintrer vers l'extérieur ce berceau dès que les tirants verticaux n'exercent plus leur pression normale vers le bas, et il en est ainsi dès que le foyer vient à se soulever. C'est ce qui explique que l'on a pu obtenir d'excellents résultats avec des foyers Belpaire ne comportant aucun tirant à dilatation, et c'est la grande majorité des foyers de ce système.

Tirants à dilatation pour ciels de foyer (*Complément au paragraphe* 201). — De tous les dispositifs adoptés dans les foyers dont le ciel est consolidé par des tirants vissés dans le ciel et dans la tôle du berceau, avec des boîtes à feu des types Crampton ou Belpaire, le plus simple et le plus efficace, quand il s'agit simplement de disposer à l'avant du foyer deux rangées de tirants, nous paraît être incontestablement celui qui est représenté figure 379 (*Pennsylvania RR.*), et qui d'ailleurs n'est qu'une variante de dispositifs appliqués antérieurement, entre autres par M. Yarrow. Tous les systèmes entièrement placés dans la chaudière et peu accessibles (fig. 352 à 361-364, 377-378) ont, à part les fermes non supportées, l'inconvénient suivant. Il se dépose peu à peu des couches minces de tartre sur le portage des tirants quand ceux-ci sont soulevés par la dilatation du foyer pendant la période de mise en pression. A la longue, les particules étrangères ainsi déposées forment un léger exhaussement de la surface de portage des tirants, ce qui revient à raccourcir ces derniers. Au bout d'un certain temps, le raccourcissement opéré est assez sensible pour ne pas permettre au foyer, une fois le jeu des dilatations terminé, de revenir dans sa position normale, d'où résultent des tensions peu favorables à la durée des foyers et des armatures ou de leurs attaches. Avec le système de la figure 379 on n'a pas à craindre cet inconvénient ; d'ailleurs, en dévissant le bouchon extérieur du tirant on peut facilement visiter celui-ci, ou son portage, et les régler.

Alliages pour coussinets et robinetterie (*Complément au paragraphe* 233). — Nous donnons ci-dessous les compositions usitées par les chemins de fer de l'*État belge :*

Les alliages employés pour la confection des diverses pièces auront la composition indiquée ci-après :

Bronze n° 1. — (Coussinets de boîtes à huile et de bielles, tiroirs, tiroirs du régulateur) contenant 84 0/0 de cuivre et 16 d'étain.

Bronze n° 2. — (Clefs de robinets, soupapes de sûreté et leurs sièges, colliers d'excentrique, boîtes à bourrage, bagues) contenant 90 0/0 de cuivre et 10 0/0 d'étain.

Laiton. — **Accouplements, boisseaux de robinets, raccords de tuyaux, supports et ornements divers, contenant 66 0/0 de cuivre, 33 0/0 de zinc et 1 0/0 de plomb.**

Tiroirs cylindriques (*Complément au paragraphe* **270**). — Nous avons vu, au cours de cet ouvrage, que les tiroirs cylindriques présentaient des avantages importants et que leur emploi tendait à se répandre.

Le *Midland Railway* a récemment adopté de semblables tiroirs pour des locomotives à grande vitesse et les a complétés par l'addition de soupapes automatiques de rentrée d'air et de vapeur, servant à diminuer l'aspiration des gaz et à lubréfier les surfaces frottantes pendant la marche à régulateur fermé, grâce à l'admission d'une faible quantité de vapeur. Ces soupapes sont identiques à celles qui sont employées dans le même but par le *North Eastern Ry* (fig. 562, t. III).

Le tiroir cylindrique du *Midland*, analogue à celui qui est représenté figure 558, comporte, à chaque extrémité, trois segments en bronze dur et un cercle flexible d'un métal plus tendre. Les segments sont faits avec un anneau tourné que l'on coupe en trois parties égales. Ils sont disposés de manière à pouvoir quitter la surface frottante de la glace, chacun d'eux étant maintenu en place par une clavette engagée dans une des trois coulisses rayonnantes ménagées dans les plateaux recouvrant les extrémités du tiroir.

Le cercle flexible est en contact avec les segments du côté de l'échappement et bouche les vides qu'ils laissent entre eux, de sorte que la vapeur contenue dans la boîte à tiroir ne peut pas passer directement dans le conduit d'échappement. Pour empêcher la vapeur de pénétrer dans le cylindre par les vides qui séparent les segments, les lumières d'admission de la glace sont sectionnées par des barrettes obliques qui masquent ces vides. Dans la découpure du cercle flexible on insère une languette pour faire le joint. Ce cercle est retenu en place par une cheville fixée dans le corps du tiroir et qui s'engage dans une entaille pratiquée sur le contour intérieur du cercle. Chaque segment est appuyé contre la surface sur laquelle il frotte par la pression de la vapeur contenue dans la boîte à tiroir, comme cela a lieu pour un tiroir ordinaire.

Ces tiroirs cylindriques offrent un écoulement facile à l'eau qui a pu être entraînée dans les cylindres. Chaque fois que le piston approche de la fin de sa course, la surface intérieure du tiroir soumise à la pression de la boîte à vapeur devient moins grande que la surface extérieure exposée à la pression de l'eau accumulée dans le cylindre. Dès lors tout excès de pression à l'intérieur des cylindres refoule les segments du dehors au dedans, et il se produit, entre les faces frottantes des segments et de la glace, un jeu par lequel l'eau peut s'écouler.

D'après des essais faits avec des machines à tiroirs ordinaires et à tiroirs cylindriques faisant le même service, l'usure des deux types de tiroirs est respectivement de 12 mm. 3 et 2 mm., par 100 000 km. de parcours, soit dans le rapport de 6 à 1. La rupture d'un tiroir ordinaire met généralement une machine hors d'état de marcher ; au contraire, si un segment cassait, les morceaux resteraient en place et la machine pourrait continuer sa route.

M. J. Todd a récemment proposé l'emploi d'un tiroir cylindrique combiné avec un piston spécial donnant un double échappement, représenté figure 972 [1] et qu'il nous paraît intéressant de signaler.

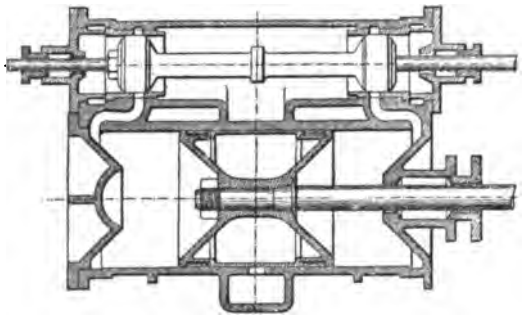


Fig. 972. — Piston et distribution du système Todd.

Le piston, très long, découvre, un peu avant d'arriver à l'extrémité de sa course, une lumière centrale très directe permettant l'échappement rapide de la plus grande partie de la vapeur. Le tiroir porte un recouvrement intérieur de manière à retarder l'échappement aux petites introductions. M. Roy avait breveté une disposition analogue en principe, mais comprenant des tiroirs indépendants d'admission et d'échappement.

La longueur du cylindre est augmentée mais on peut obtenir, semble-t-il, avec cette disposition, sensiblement le même résultat qu'avec les distributions à tiroirs indépendants, sans l'addition d'aucun organe supplémentaire ou d'articulations.

Double cheminée du London and North Western. (*Complément au paragraphe* 327.) — Comme complément à ce que nous avons dit au cours de cet ouvrage relativement aux dispositions adoptées pour répartir plus uniformément le tirage suivant toute la section du faisceau tubulaire, nous devons citer les cheminées doubles appliquées par M. F.-W. Webb à plusieurs locomotives du *L. N. N. R.*, dans le courant de l'année 1897, entre autres aux machines à quatre cylindres 1 501 et 1 502, décrites ci-dessus.

Ces deux cheminées, placées dans le même plan longitudinal médian, sont parallèles et voisines ; extérieurement, elles sont entourées d'une enveloppe ovale. L'une se termine, à sa base, vers le haut de la boîte à fumée, l'autre vers le bas. A chacune d'elle correspond un tuyau d'échappement indépen-

[1] D'après *The Engineer*.

dant communiquant avec un des cylindres. De la sorte, alternativement, à mesure que l'échappement s'opère dans l'un ou l'autre cylindre, l'appel des gaz se fait par en haut, puis par en bas. En vitesse, quand les coups d'échappement sont très rapprochés, il s'opère une succion à peu près continue des gaz, en haut et en bas de la boîte à fumée, ce qui doit contribuer à répartir assez uniformément le tirage.

Freinage des bogies de locomotives. — Nous avons signalé l'intérêt qu'il pourrait y avoir, dans certains cas, à faire agir le frein à air, dans les machines qui en sont munies, sur les roues du bogie qui portent une charge pouvant s'élever à 23 t. Malgré la répugnance que beaucoup d'ingénieurs

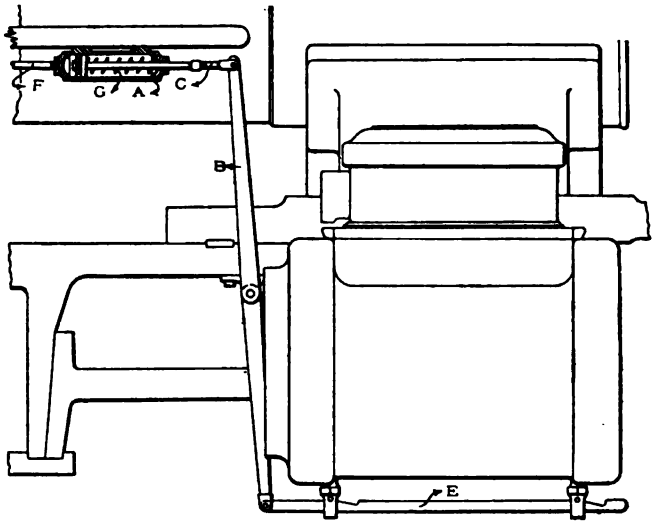


Fig. 973. — Commande automatique des purgeurs (*Nashville, Chattanooga and Saint-Louis R.R.*).

témoigneraient encore à une semblable innovation, la question, nous l'avons vu, a fait un pas considérable aux Etats-Unis, depuis quelques années, pendant lesquelles les bogies de plus de 300 machines ont été freinés sans qu'il ait paru en résulter une diminution de la sécurité.

Nous donnons ci-dessous, d'après le *Railroad Gazette* et le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer* (numéro de juillet 1897), quelques renseignements résumés sous forme de tableaux relatifs aux résultats obtenus sur le *Old Colony R. R.*, au cours d'expériences effectuées dans le but de rechercher le gain obtenu par le freinage des bogies, et qui ne comprennent que des arrêts d'urgence effectués à des vitesses variant de 72 à 97 km. à l'heure, d'abord avec la machine seule, puis après l'addition successive de une, deux et jusqu'à six voitures à bogies.

Comme de juste, le bénéfice dû au freinage du bogie diminue à mesure que la charge placée derrière le tender augmente ; il atteint de 20 à 25 p. 100

pour la machine haut-le-pied et seulement 3 à 5 p. 100 pour un train de six voitures représentant une charge utile de 230 t. environ. On gagne ainsi bien peu, on le voit.

ESSAIS DE FREIN DE BOGIES DE LOCOMOTIVES. — OLD COLONY R.R.

NUMÉRO D'ORDRE DE L'ARRÊT	VITESSE à l'heure.	NOMBRE de voitures.	FREIN DU BOGIE utilisé ou non utilisé.	LONGUEUR de l'arrêt.	LONGUEUR moyenne.	GAIN	GAIN en p. c.
	Kilom.			Mètres.	Mètres.	Mètres.	
8	96,6	Aucune.	Utilisé.	520	»	»	»
9	96,6	—	—	480	505	»	»
10	96,6	—	Non utilisé.	650	»	»	»
11	96,6	—	—	660	654	150	23
4	72,4	—	Utilisé.	457	»	»	»
5	72,4	—	—	301	»	»	»
6	72,4	—	—	296	306	»	»
1	72,4	—	Non utilisé.	396	»	»	»
2	72,4	—	—	390	393	87	22
16	96,6	Une.	Utilisé.	428	»	»	»
17	96,6	—	—	453	440	»	»
18	96,6	—	Non utilisé.	524	»	»	»
19	96,6	—	—	514	519	80	15
14	72,4	—	Utilisé.	250	»	»	»
15	72,4	—	—	271	260	»	»
12	72,4	—	Non utilisé.	285	»	»	»
13	72,4	—	—	301	293	33	11
25	96,6	Deux.	Utilisé.	378	378	»	»
22	96,6	—	Non utilisé.	421	421	42	10
26	72,4	—	Utilisé.	259	259	»	»
29	72,4	—	Non utilisé.	286	286	27	10
34	96,6	Trois.	Utilisé.	366	366	»	»
32	96,6	—	Non utilisé.	400	400	34	8
49	96,6	Quatre.	Utilisé.	430	»	»	»
50	96,6	—	—	442	436	»	»
47	96,6	—	Non utilisé.	485	»	»	»
48	96,6	—	—	455	470	34	7
43	72,4	—	Utilisé.	252	»	»	»
44	72,4	—	—	246	249	»	»
45	72,4	—	Non utilisé.	255	»	»	»
46	72,4	—	—	270	262	13	5
52	72,4	Cinq.	Utilisé.	215	215	»	»
53	72,4	—	Non utilisé.	234	»	»	»
54	72,4	—	—	215	224	10	4
59	96,6	Six.	Utilisé.	360	»	»	»
61	96,6	—	—	382	371	»	»
62	96,6	—	Non utilisé.	383	»	»	»
63	96,6	—	—	379	381	10	3
57	72,4	—	Utilisé.	224	»	»	»
58	72,4	—	—	227	226	»	»
55	72,4	—	Non utilisé.	238	»	»	»
56	72,4	—	—	236	237	12	5

Commande automatique de robinets purgeurs [1]. — On emploie depuis quelque temps sur le *Nashville, Chattanooga and Saint-Louis R. R.* un appareil pour la manœuvre automatique des robinets purgeurs, représenté figure 973. La tringle E, qui commande ces robinets à clapets au moyen de

[1] D'après le *Railroad Gazette* du 27 août 1897.

deux petits plans inclinés, suivant le système usuel aux Etats-Unis est articulé à une extrémité d'un levier B dont l'autre bout est fixé à la tige d'un piston qui se meut dans un petit cylindre A fixé au tablier. Un ressort à boudin G ouvre normalement les purgeurs par l'intermédiaire des transmissions que nous venons de citer. L'extrémité postérieure du petit cylindre est, par un petit tuyau F de 6 mm. de diamètre, en communication avec le réservoir auxiliaire du frein à air comprimé, et sous le contrôle d'un robinet placé à la main du mécanicien. Le ressort est calculé de telle sorte qu'il fasse équilibre à une pression d'air d'environ 4,5 kg. et que, celle-ci un peu dépassée, le piston se trouve refoulé et les purgeurs fermés. Avec une telle disposition, les purgeurs sont normalement ouverts quand la machine est froide, ou pendant la période de mise en pression, jusqu'à ce que la pression d'air dans le réservoir ait atteint le chiffre indiqué. On peut ainsi éviter les coups d'eau qui peuvent se produire si les agents oublient d'ouvrir les purgeurs à la sortie du dépôt.

Pour ouvrir les purgeurs en cours de route, le mécanicien ferme le robinet de la conduite F. Cet appareil peut aussi servir à mettre en garde les agents contre un abaissement trop grand de pression dans le réservoir du frein dont ils sont avertis par le bruit des purgeurs.

PLANCHES

REPRÉSENTANT A UNE ÉCHELLE PLUS GRANDE QUE LES FIGURES D'ENSEMBLE DU TEXTE, EN ÉLÉVATION OU EN COUPE LONGITUDINALE ET EN PLAN, LES LOCOMOTIVES DÉSIGNÉES CI-DESSOUS :

PLANCHE I. — **Locomotive à grande vitesse** (SÉRIE 77 à 86) **du Chemin de fer d'Orléans.** Décrite page 89 du tome I et en détail dans les *Annexes*.

PLANCHE II. — **Locomotive compound à quatre cylindres, à grande vitesse** (SÉRIE C. 21-60), **des Chemins de fer P.-L.-M.** Décrite pages 81 à 86 du tome I.

PLANCHE III. — **Locomotive à grande vitesse, du Midland Railway.** Décrite pages 180 à 182 du tome I.

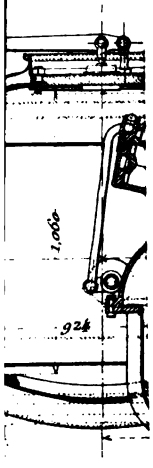
PLANCHE IV. — **Locomotive-tender de banlieue** (SÉRIE 729-742) **des Chemins de fer de l'Est.** Décrite pages 145 à 147 du tome I et en détails dans les *Annexes*.

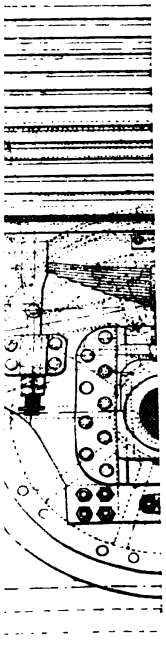
PLANCHE V. — **Locomotive à six roues accouplées et à bogie construite par les ateliers Baldwin, à Philadelphie.**

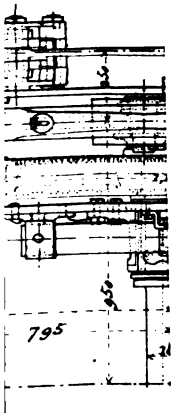
PLANCHE VI. — **Locomotive à six roues accouplées et à bogie** (SÉRIE 2301-2304) **des Chemins de fer de l'Ouest.** Décrite pages 101 à 108 du tome I.

DE PA

nde vitesse





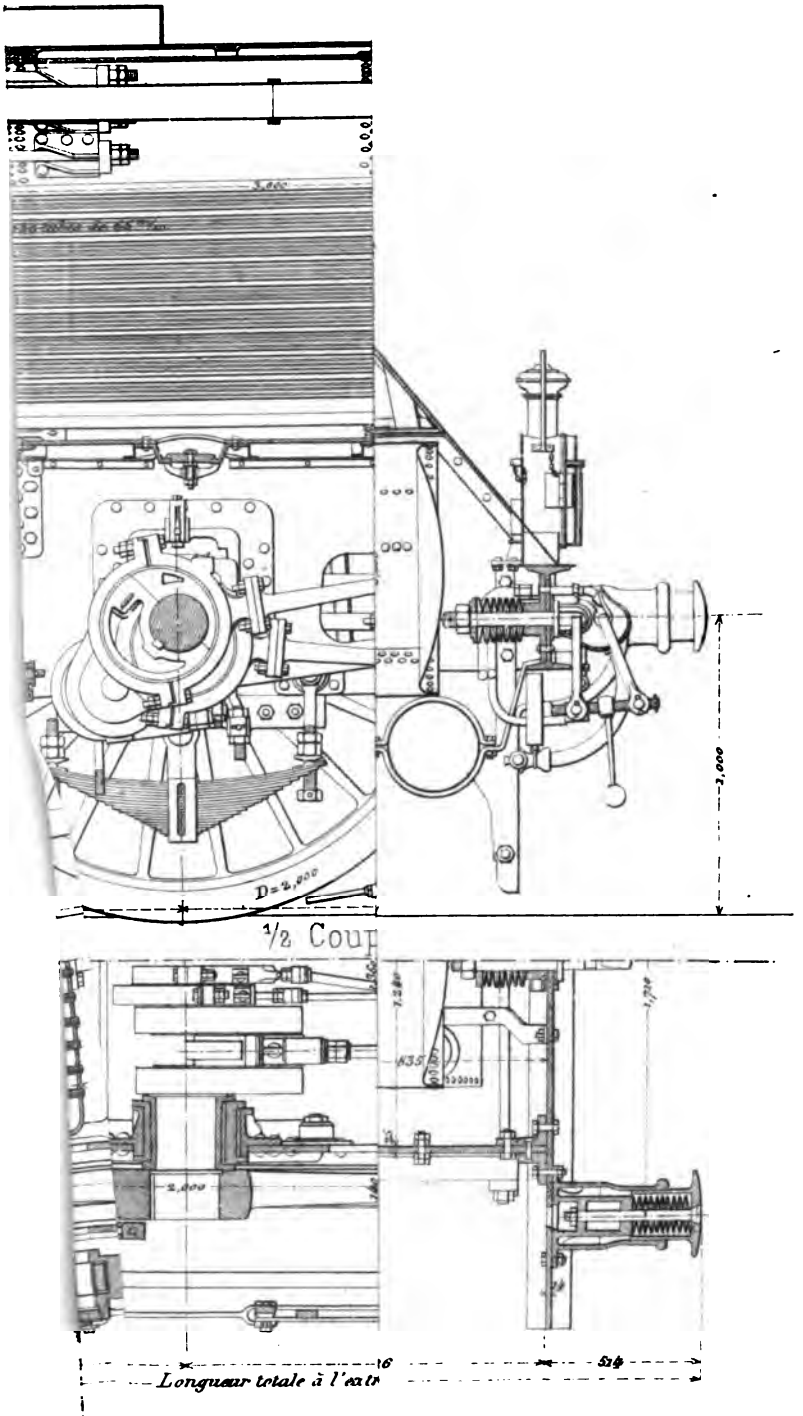


S DE FER DE PA

Pl. II

ve Compound à Grande

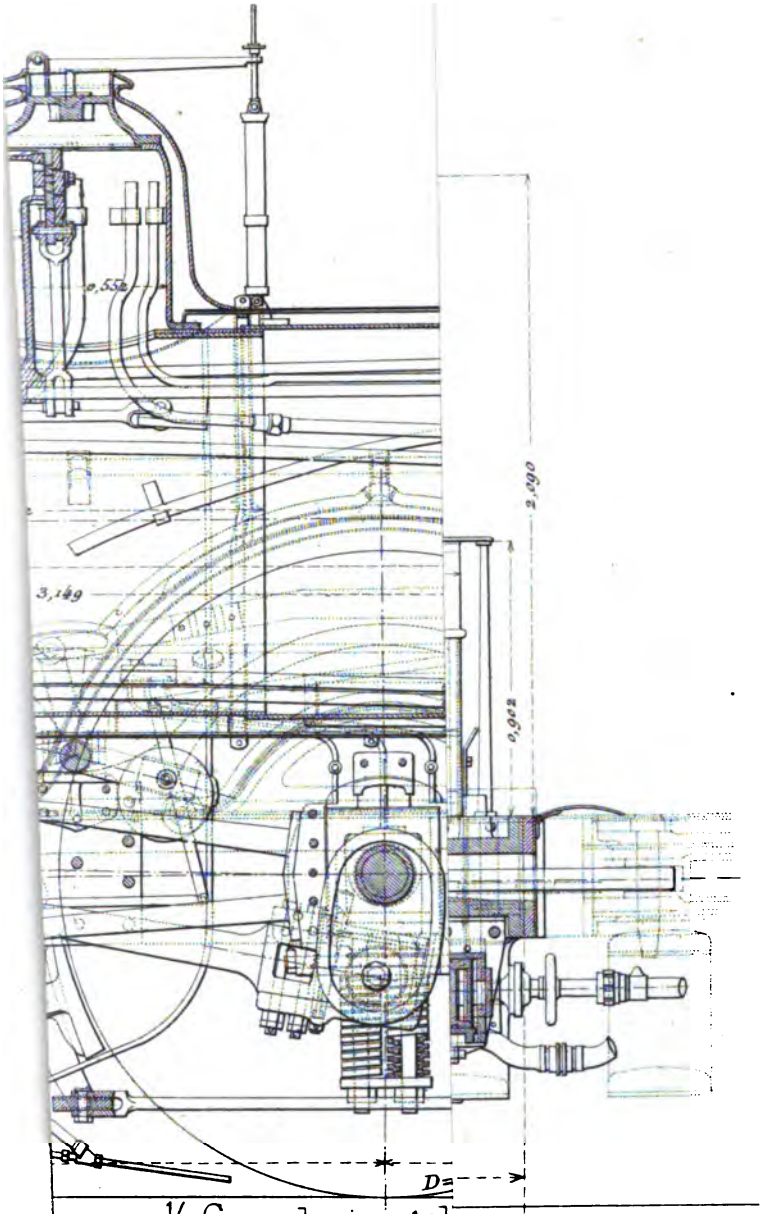
itudinale.



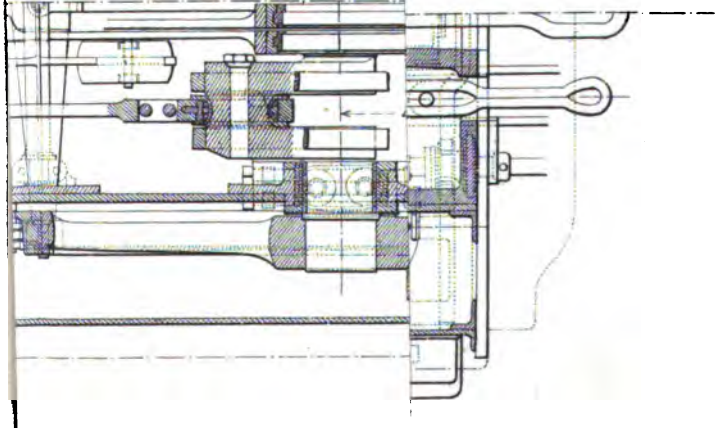
Baudry et Cie Editeurs.

MIDLAND RAI

notive à grande vitesse à quat



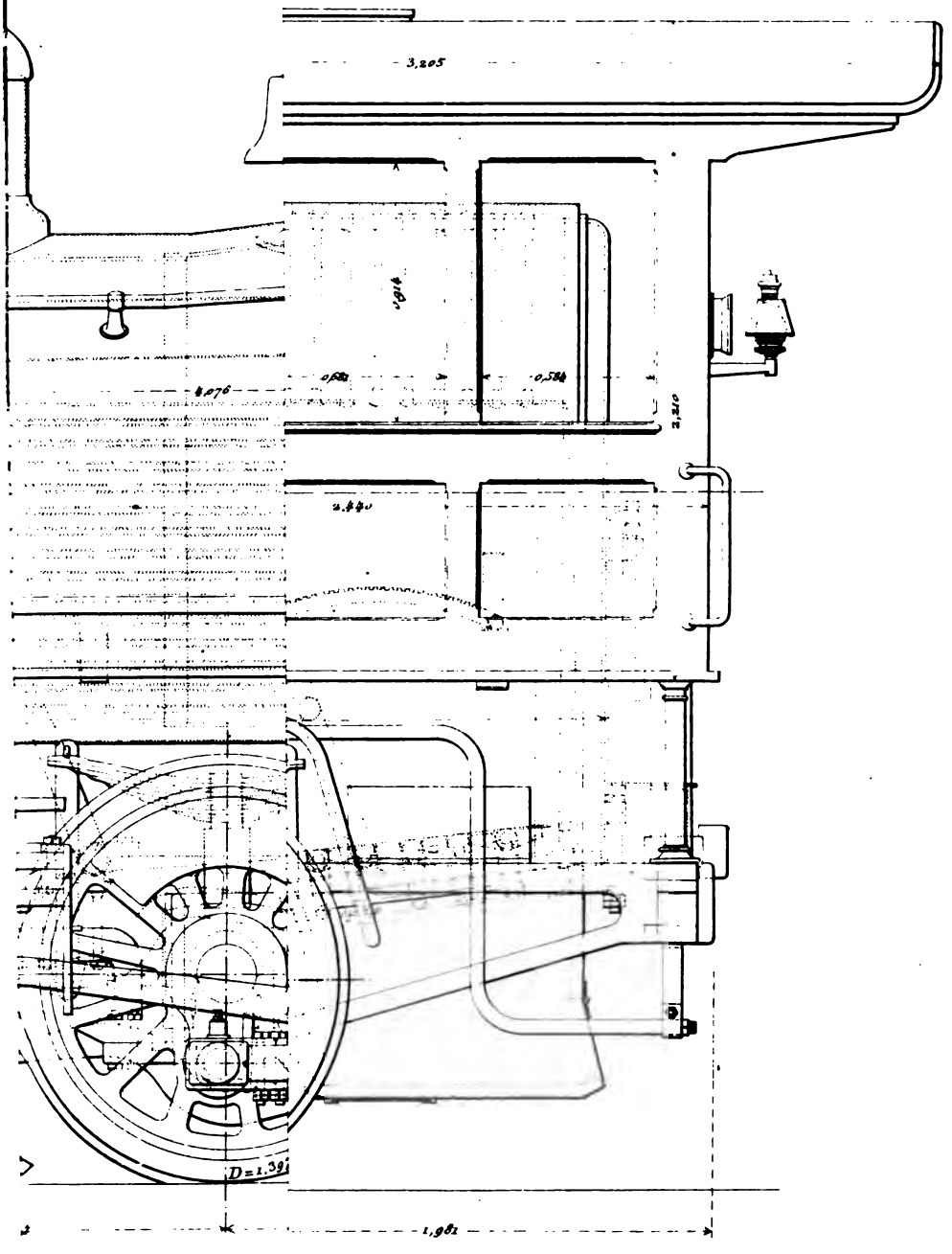
½ Coupe horizontal



Baudry et Cie Editeurs.

BALDW

Locomotive à mar

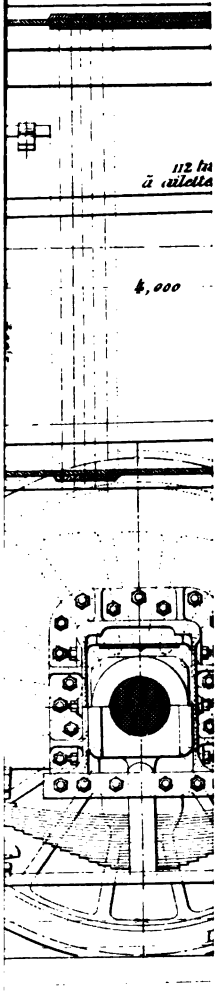


Baudry et Cie Editeurs.

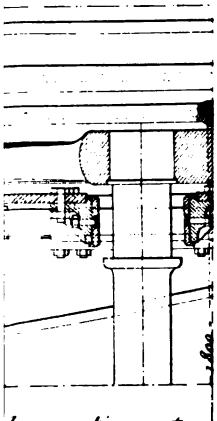
E L'OUE

gie (Série 2301

itudinale.



n.



locomotive est

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRES DES PARAGRAPHES

TOME I

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES

CHAPITRE PREMIER

Examen général des différents types de locomotives.

		Pages.
1.	Considérations générales	1
2.	Classification des locomotives et considérations générales sur l'appropriation de ces machines aux différents services	5
3.	Machines à adhérence partielle ou totale	7
4.	Machines à tender séparé	10
5.	Machines-tenders	10
6.	Machines à cylindres intérieurs ou extérieurs	12
7.	Position, à l'intérieur ou à l'extérieur, du mécanisme de distribution	13
8.	Machines à châssis intérieur ou extérieur	14
9.	Autres caractères distinctifs que peuvent présenter les locomotives	16
10.	Machines à essieux indépendants (généralités)	17
11.	Machines à quatre roues accouplées (généralités)	21
12.	Machines à quatre roues accouplées sur l'arrière	24
13.	Machines à quatre roues accouplées placées au milieu	30
14.	Machines à quatre roues accouplées sur l'avant	32
15.	Machines à six roues accouplées (généralités)	33
16.	Machines à six roues accouplées à adhérence totale	34
17.	Machines à six roues accouplées à adhérence partielle	36
18.	Machines à huit roues accouplées (généralités)	42
19.	Machines à huit roues accouplées à adhérence totale	43
20.	Machines à huit roues accouplées à adhérence partielle	45
21.	Machines à dix roues accouplées	47
22.	Machines à douze roues accouplées	47
23.	Machines spéciales	47
24.	Exposé du plan suivi pour l'examen des principaux types de locomotives usités dans les divers pays	48

CHAPITRE II

Examen des principaux types de locomotives usités en France.

25. Généralités 50
26. Principaux types usités en France et caractères particuliers qui les distinguent 51
27. Machines à roues libres 55
28. Machines à quatre roues accouplées. Types des chemins de fer de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est*, de *P.-L.-M.*, d'*Orléans*, du *Midi* et de l'*État* 98
29. Machines à six roues accouplées. Types des chemins de fer de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est*, de *P.-L.-M.*, d'*Orléans*, du *Midi* et de l'*État*. 98
30. Machines à huit roues accouplées. Types des chemins de fer du *Nord*, de l'*Est*, de *P.-L.-M.*, d'*Orléans*, du *Midi* et de l'*État*. 126
31. Machines-tenders pour le service des trains de voyageurs de banlieue. Types des chemins de fer de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est*, d'*Orléans* et de l'*État*. . 137
32. Machines-tenders pour le service des marchandises et locomotives de gare . 150

CHAPITRE III

Examen des principaux types de locomotives usités à l'étranger.

GRANDE-BRETAGNE

33. Généralités sur les chemins de fer de la Grande-Bretagne 157
34. Généralités sur les locomotives usitées par les principales compagnies de chemins de fer la Grande-Bretagne 162
35. Classification des locomotives anglaises. 170
36. Machines à roues indépendantes. 171
37. Machines à quatre roues accouplées 184
38. Machines à six roues accouplées. 223
39. Machines à huit roues accouplées 229
40. Machines-tenders. 230
41. Possessions anglaises 247

BELGIQUE

42. Généralités sur les chemins de fer et les locomotives belges 248
43. Description des principaux types de locomotives usités en Belgique. 251

SUISSE

44. Généralités sur les chemins de fer et les locomotives suisses 262
45. Description de quelques types de locomotives usités en Suisse 263

ALLEMAGNE

46. Généralités sur les chemins de fer allemands 276
47. Généralités sur les principaux types de locomotives usités en Allemagne . . 277
48. Description de quelques-uns des principaux types de locomotives usités en Allemagne 281

AUTRICHE-HONGRIE

49. Généralités sur les chemins de fer de l'Autriche-Hongrie 300
50. Principaux types de locomotives usités en Autriche-Hongrie 301

ITALIE

51. Principaux types de locomotives usités en Italie 317

RUSSIE D'EUROPE

52. Généralités sur les chemins de fer russes et principaux types de locomotives usités 323

PAYS DIVERS

53. Principaux types de locomotives usités en Espagne, par les chemins de fer de l'*État danois*, de l'*État suédois*, de l'*État hollandais*, de l'*État roumain* . 327

ÉTATS-UNIS

54. Généralités sur les chemins de fer américains 336
55. Généralités sur les locomotives américaines 346
56. Classification des locomotives américaines 350
57. Proportions des locomotives américaines 355
58. Dispositions générales des locomotives américaines 361
59. Description des principaux types de machines américaines 366
60. Machines à roues indépendantes 367
61. Machines à quatre roues accouplées 368
62. Machines à six roues accouplées 387
63. Machines à huit roues accouplées 402
64. Machines à dix roues accouplées 411
65. Locomotives-tenders 413

TOME II

DEUXIÈME PARTIE

COMBUSTION. — VAPORISATION. — UTILISATION DE VAPEUR. — RENDEMENT

CHAPITRE PREMIER

Combustion et vaporisation.

66. Importance du rôle de la chaudière 1
67. Généralités 2
68. Division du sujet 3
69. Généralités sur la combustion 5
70. De la combustion dans les foyers des locomotives 9

CHAPITRE II

Examen des principaux types de locomotives usités en France.

25. Généralités 50
26. Principaux types usités en France et caractères particuliers qui les distinguent 51
27. Machines à roues libres 55
28. Machines à quatre roues accouplées. Types des chemins de fer de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est*, de *P.-L.-M.*, d'*Orléans*, du *Midi* et de l'*État* 98
29. Machines à six roues accouplées. Types des chemins de fer de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est*, de *P.-L.-M.*, d'*Orléans*, du *Midi* et de l'*État*. 98
30. Machines à huit roues accouplées. Types des chemins de fer du *Nord*, de l'*Est*, de *P.-L.-M.*, d'*Orléans*, du *Midi* et de l'*État*. 126
31. Machines-tenders pour le service des trains de voyageurs de banlieue. Types des chemins de fer de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est*, d'*Orléans* et de l'*État*. . 137
32. Machines-tenders pour le service des marchandises et locomotives de gare . 150

CHAPITRE III

Examen des principaux types de locomotives usités à l'étranger.

GRANDE-BRETAGNE

33. Généralités sur les chemins de fer de la Grande-Bretagne 157
34. Généralités sur les locomotives usitées par les principales compagnies de chemins de fer la Grande-Bretagne 162
35. Classification des locomotives anglaises. 170
36. Machines à roues indépendantes. 171
37. Machines à quatre roues accouplées 184
38. Machines à six roues accouplées. 223
39. Machines à huit roues accouplées 229
40. Machines-tenders. 230
41. Possessions anglaises 247

BELGIQUE

42. Généralités sur les chemins de fer et les locomotives belges 248
43. Description des principaux types de locomotives usités en Belgique. 251

SUISSE

44. Généralités sur les chemins de fer et les locomotives suisses 262
45. Description de quelques types de locomotives usités en Suisse 263

ALLEMAGNE

46. Généralités sur les chemins de fer allemands 276
47. Généralités sur les principaux types de locomotives usités en Allemagne . . 277
48. Description de quelques-uns des principaux types de locomotives usités en Allemagne 281

AUTRICHE-HONGRIE

49. Généralités sur les chemins de fer de l'Autriche-Hongrie 300
50. Principaux types de locomotives usités en Autriche-Hongrie 301

ITALIE

51. Principaux types de locomotives usités en Italie 317

RUSSIE D'EUROPE

52. Généralités sur les chemins de fer russes et principaux types de locomotives usités 323

PAYS DIVERS

53. Principaux types de locomotives usités en Espagne, par les chemins de fer de l'*État danois*, de l'*État suédois*, de l'*État hollandais*, de l'*État roumain* . 327

ÉTATS-UNIS

54. Généralités sur les chemins de fer américains 336
55. Généralités sur les locomotives américaines 346
56. Classification des locomotives américaines 350
57. Proportions des locomotives américaines 355
58. Dispositions générales des locomotives américaines 361
59. Description des principaux types de machines américaines 366
60. Machines à roues indépendantes 367
61. Machines à quatre roues accouplées 368
62. Machines à six roues accouplées 387
63. Machines à huit roues accouplées 402
64. Machines à dix roues accouplées 411
65. Locomotives-tenders 413

TOME II

DEUXIÈME PARTIE

COMBUSTION. — VAPORISATION. — UTILISATION DE VAPEUR. — RENDEMENT

CHAPITRE PREMIER

Combustion et vaporisation.

66. Importance du rôle de la chaudière 1
67. Généralités 2
68. Division du sujet 3
69. Généralités sur la combustion 5
70. De la combustion dans les foyers des locomotives 9

71. Dispositions propres à améliorer la combustion dans les foyers de locomotives 16
72. Rentrées d'air à l'intérieur du foyer 16
73. Voûtes en briques 20
74. Foyer Ten Brinck. 24
75. Comparaison entre la voûte en briques et le bouilleur Ten Brinck. Leur action sur le rendement des foyers; résultats d'expériences 29
76. Chambre de combustion. 32
77. Foyers en briques réfractaires. 32
78. Activité de la combustion 38
79. Influence de l'activité de la combustion sur le rendement du combustible. . 46
80. Choix du combustible. 49
81. Emploi de divers combustibles. 50
82. Combustibles liquides. 54
83. Définition des surfaces de chauffe 64
84. Perte de chaleur 64
85. Surface de chauffe directe. 65
86. Surface de chauffe indirecte. 66
87. Quantité de vapeur fournie par les surfaces de chauffe. 69
88. Répartition de la chaleur totale 71
89. Emploi des tubes à ailettes 73
90. Influence de l'intensité du tirage sur la production de vapeur 82
91. Influence de l'intensité du tirage sur le rendement économique 86
92. Influence de la longueur des tubes sur le rendement 91
93. Influence de la réduction du nombre des tubes 92
94. Conditions pratiques d'une bonne vaporisation 92
95. Augmentation de la puissance des locomotives 98
96. Conclusions sur la capacité de production et l'utilisation de la chaudière locomotive. 101

CHAPITRE II

Étude des pertes qui se produisent à l'intérieur des cylindres et des perfectionnements apportés à la locomotive en vue de réduire sa consommation de vapeur.

97. Rendement thermodynamique de la locomotive. 104
98. Pertes qui se produisent dans les cylindres des machines à vapeur. 106
99. Pertes externes. 107
100. Pertes internes. 107
101. Condensations initiales 108
102. Amélioration du régime économique des locomotives 113
103. Compression 114
104. Enveloppe de vapeur 114
105. Surchauffe de la vapeur. 119
106. Inconvénients du tiroir ordinaire et distributions perfectionnées. 124
107. Principe et avantages du système compound 125
108. Historique succinct de l'application du mode compound aux locomotives . . 149
109. Application du mode compound aux locomotives 154
110. Types de locomotives auxquelles il convient surtout d'appliquer le mode compound.. 159

111. Comparaison des différents modes d'application du système compound aux locomotives. 160
112. Calcul de l'effort de traction des locomotives compound 167
113. Influence des variations de l'admission sur le travail développé dans chaque cylindre. Réglage des introductions. 168
114. Rapport de volume des cylindres. 170
115. Volume du réservoir intermédiaire. 172
116. Disposition du réservoir intermédiaire 172
117. Calage des manivelles 173
118. Séquence des manivelles 174
119. Dispositifs adoptés pour le démarrage 174
120. Comparaison des différents types de locomotives compound au point de vue de l'effort au démarrage. 176
121. Changement de marche 178
122. Tracé des diagrammes 179
123. Résultats économiques donnés par l'application du système compound aux locomotives. 179
124. Résumé des avantages et des inconvénients que présente le système compound dans son application aux locomotives 186
125. Généralités sur les principaux systèmes adoptés pour l'application du mode compound aux locomotives 188
126. Locomotives compound à 2 cylindres 189
127. Système A. Mallet. 189
128. — Worsdell 191
129. — von Borries. 192
130. — Lindner 196
131. — Urquhart. 197
132. — Schichau 198
133. — de la *Compagnie de l'Est*. 199
134. — Gölsdorf 200
135. — Maffei 202
136. — Pitkin 202
137. — Batchellor 204
138. — Colvin 206
139. — des Richmond Locomotive Works 207
140. — Player 209
141. — des Rogers Locomotive Works 209
142. Locomotives compound à 3 cylindres. Système Webb 211
143. — — — — du Gothard 213
144. — — — — du *Chemin de fer du Nord* . . 213
145. Locomotives compound à 4 cylindres. Syst. Woolf du *Chemin de fer du Nord*. 215
146. — — — — — de l'*Etat hongrois*. 217
147. — — — — — du *Sud-Ouest russe* . . . 217
148. — — — — des Brooks Locomotive Works . 218
149. — — — — Vauclain 219
150. — — — à cylindres concentriques. 223
151. — — — Type du *Chemin de fer du Nord*. . . . 223
152. — — — — — de l'*Ouest* . . . 226
153. — — — — — *P.-L.-M* 227
154. Comparaison entre le mode compound et la simple expansion opérée à l'aide de distributions perfectionnées. 230
155. Conclusions générales sur le système compound 235

CHAPITRE III

Rendement et effet utile des locomotives.

156. Généralités et historique de la question 236
157. Définition et mesure de l'utilisation 238
158 Rendement total de la locomotive considérée à la fois comme machine à vapeur et appareil remorqueur. 242
159. Rendement de la locomotive considérée seulement comme machine à vapeur 250
160. Rendement de la locomotive considérée comme appareil remorqueur 250
161. Comparaison avec d'autres moteurs. 253
162. Valeur économique de la locomotive exprimée par le chiffre de la dépense correspondant à l'unité de travail. 254
163. Utilisation de la locomotive au point de vue du capital engagé 261
164. Limite de vitesse imposée à la locomotive. Augmentation réalisable de la puissance absolue et par unité de poids. 262
165. Conclusions 276

TROISIÈME PARTIE

PROPORTION, MODE DE CONSTRUCTION, DISPOSITION D'ENSEMBLE ET DE DÉTAIL DES ORGANES DE LA LOCOMOTIVE

CHAPITRE PREMIER

Description générale et proportions de la chaudière locomotive.

166. Description de la chaudière locomotive 279
167. Types spéciaux des chaudières locomotives 284
168. Position relative du foyer et des essieux 289
169. Dimensions longitudinales et transversales maximum imposées aux boîtes à feu par les conditions d'établissement des organes constituant le véhicule . 294
170. Procédés employés pour permettre l'élargissement du foyer 299
171. Profondeur des foyers. 302
172. Limite imposée au diamètre du corps cylindrique et procédés employés pour la reculer 305
173. Surface de grille 308
174. Surface de chauffe 314
175. Hauteur du ciel du foyer au-dessus de l'axe de chaudière 315
176. Largeur des lames d'eau. 316
177. Faisceau tubulaire 316
178. Forme et proportions des cheminées 317
179. Volume d'eau et de vapeur. 322

CHAPITRE II

Matériaux employés dans la construction des chaudières.

180. Matériaux employés dans la construction des chaudières. 329
181. Tôles de fer pour chaudières. 329
182. Emploi de l'acier pour la confection des chaudières. 332
183. Conditions ordinairement imposées et renseignements sur la fabrication des tôles d'acier pour chaudières. 333
184. Précautions à prendre dans le travail des tôles d'acier 342
185. Foyer. Emploi du cuivre rouge. Conditions de réception 346
186. Emploi de l'acier pour les foyers. 351
187. Entretoises. Matériaux employés; conditions de réception 356
188. Tubes. Matériaux employés; conditions de réception 362

CHAPITRE III

Détails de construction des chaudières.

189. Différents types de chaudières et de boîtes à feu 369
190. Foyer 378
191. Cadre du foyer 385
192. Enveloppe de la boîte à feu 396
193. Façade arrière de la boîte à feu 399
194. Entretoises. 404
195. Tirants de la plaque tubulaire du foyer 409
196. Consolidation des ciels de foyers (généralités) 412
197. Consolidation par poutrelles 412
198. Consolidation par tirants 426
199. Armaturage direct du ciel 443
200. Tirants et vis des foyers 447
201. Tirants à dilatation 452
202. Corps cylindrique. 455
203. Dômes. 465
204. Tubes 469
205. Plaque tubulaire avant 479
206. — — intermédiaire. 481
207. Boîte à fumée 483
208. Cheminée 489
209. Voûtes en briques 496
210. Bouilleur Ten Brinck 497
211. Autoclaves et bouchons de lavage 498
212. Attache de la chaudière sur le châssis 499

TOME III

CHAPITRE IV

Proportions et dispositions générales des organes du mécanisme.

213. Généralités sur le mécanisme des locomotives. 1
214. Poids adhérent, nombre d'essieux accouplés 4

215. Relations entre le poids adhérent et la puissance 7
216. Diamètre des roues 9
217. Volume des cylindres 9
218. Position des cylindres. 14
219. Avantages relatifs des cylindres intérieurs et extérieurs 15
220. Position des cylindres dans le sens longitudinal. 17
221. Entraxe des cylindres. 20
222. Equilibre des organes mobiles 21
223. Contrepoids 21
224. Section des conduits et orifices de vapeur. 24
225. Longueur des bielles motrices 26
226. Longueur des bielles d'accouplement. 33
227. Rayon des manivelles d'accouplement 35
228. Mécanismes extérieurs et intérieurs 37
229. Position des boîtes à tiroir. 41

CHAPITRE V

Matériaux employés pour la confection des principaux organes du mécanisme.

230. Matériaux employés pour la construction des différents organes 62
231. Fontes. Conditions de réception. Cahier des charges. 63
232. Fers et aciers de forge. Conditions de réception. Cahier des charges 66
233. Bronzes, laitons et alliages divers. 74
234. Acier moulé et fonte malléable. Conditions de réception. Cahier des charges . 80
235. Tuyaux en cuivre rouge. — — — — . 83

CHAPITRE VI

Dispositions d'ensemble et de détail des organes du mécanisme.

236. Généralités sur les cylindres. 86
237. Corps du cylindre. 91
238. Plateaux et couvercles des cylindres 102
239. Dispositions d'ensemble des cylindres 110
240. Cylindres intérieurs. 110
241. Cylindres extérieurs. 112
242. Généralités sur les organes mobiles du mécanisme 112
243. Pistons et tiges de piston 113
244. Contre-tiges de piston. 123
245. Guidage des tiges de pistons et glissières 124
246. Glissières et leurs supports 128
247. Crosses de tiges de piston 133
248. Examen de quelques types de crosses 135
249. Bielles motrices. 146
250. Corps des bielles motrices 147
251. Têtes de bielles. 151
252. Grosses têtes de bielles 152
253. Petites têtes de bielles. 164
254. Serrage des coussinets. 164
255. Examen de quelques types de bielles motrices 167

256. Bielles d'accouplement 178
257. Corps des bielles d'accouplement 178
258. Têtes des bielles d'accouplement. 182
259. Examen de quelques types de bielles d'accouplement 188
260. Manetons d'accouplement. 196
261. Contre-manivelles. 199
262. Manivelles d'accouplement. 201
263. Calage des manivelles et manetons d'accouplement 203
264. Coussinets. 204
265. Application du métal blanc 207
266. Tiroirs ordinaires. 210
267. Tiroirs à canal. 216
268. Travail de frottement absorbé par les tiroirs 219
269. Tiroirs équilibrés. 222
270. Tiroirs cylindriques. 235
271. Soupapes de rentrée d'air 240
272. Appareils de distribution et de changement de marche. 242
273. Poulies d'excentriques 245
274. Colliers et barres d'excentriques 249
275. Coulisses. 259
276. Commande des tiroirs. 263
277. Appareils de changement de marche 273
278. Garnitures des tiges de pistons et de tiroirs 297
279. Examen de quelques types de mécanisme. 309
280. Exemples de régulation 316

CHAPITRE VII

Matériaux employés pour la fabrication ou la construction des différents organes constituant le véhicule.

281. Matériaux employés pour la construction des divers organes constituant le châssis 333
282. Longerons. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges. . 333
283. Boîtes à huile et accessoires 339
284. Ressorts. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges. . . 340
285. Essieux. Généralités. 346
286. Essieux droits. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges. 346
287. Essieux coudés. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges. 352
288. Roues. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges. . . . 367
289. Bandages. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges . 370

CHAPITRE VIII

Dispositions d'ensemble et de détail et mode de construction des organes constituant le véhicule.

290. Considérations sur les conditions générales propres à assurer la stabilité et la douceur de marche des locomotives 377
291. Véhicule 383
292. Châssis. 384

293. Différents types de châssis. 385
294. Châssis intérieur 395
295. Châssis extérieur 396
296. Châssis double 397
297. Châssis mixte. 397
298. Comparaison entre les châssis intérieurs et extérieurs 399
299. Châssis américains 403
300. Traverses avant et arrière 410
301. Glissières des plaques de garde. 414
302. Boîtes à huile. 421
303. Suspension. 432
304. Ressorts de suspension 434
305. Dispositions générales des ressorts et des tiges de pression 449
306. Balanciers de répartition 456
307. Essieux. Généralités. 462
308. Essieux coudés 463
309. Types spéciaux d'essieux coudés. 475
310. Proportions des essieux coudés. 480
311. Roues 482
312. Calage des roues sur les essieux 491
313. Bandages. 495
314. Dispositions propres à faciliter le passage en courbe. 508
315. Essieux à déplacement latéral sans convergence. 509
316. Trains articulés ou bissels. 510
317. Boîtes radiales 516
318. Trucks articulés ou bogies 519
319. Accessoires du châssis. 546
320. Couvre-roues. 548
321. Chasse-pierres 549
322. Marchepieds 550

TOME IV

CHAPITRE IX

Organes divers et accessoires.

323. Portes de foyers 1
324. Portes de boîtes à fumée 12
325. Grille 15
326. Cendrier. 27
327. Boîte à fumée et échappement. Trémie. 33
328. Tuyère d'échappement 67
329. Souffleur. 78
330. Enveloppe des chaudières 81
331. Soupapes de sûreté 86
332. Indicateurs de niveau 101
333. Injecteurs 109
334. Tuyautage d'alimentation 118
335. Colonnettes de prise de vapeur. 125

336. Régulateur 128
337. Sablière 146
338. Lavage des rails. 152
339. Graissage des boudins des roues d'avant 153
340. Robinetterie 158
341. Robinets purgeurs 162
342. Sifflet 163
343. Tringlage 164
344. Abris du personnel et disposition de la plate-forme arrière. 165
345. Dispositions des appareils d'arrière. 177
346. Abris comportant des couvre-roues ou des caisses à eau prolongées vers l'arrière. 178
347. Abris s'étendant sur toute la largeur de la plate-forme placée à l'arrière ou au-dessus des roues accouplées 184
348. Appareils du frein 196
349. Peinture 201
350. De l'interchangeabilité 204

CHAPITRE X

Graissage.

351. Généralités sur les surfaces frottantes des locomotives. 211
352. Nature des matières grasses employées. 212
353. Allocations de graissage. 214
354. Graissage des surfaces frottantes et des articulations 215
355. Graissage des tiroirs et des cylindres. 219

CHAPITRE XI

Le tender.

356. Approvisionnements d'eau et de charbon. 239
357. Généralités sur les tenders 243
358. Mode de construction des tenders 249
359. Attelage de la machine et du tender 257
360. — avec le train 265
361. Disposition des caisses à eau dans les locomotives-tenders 267
362. Réchauffage de l'eau des caisses 271
363. Condensation de la vapeur dans les caisses 272
364. Prise d'eau en route. 275
365. Chargement du combustible 279

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Conclusions 281

ANNEXES

CHEMINS DE FER DE L'EST. — Cahier des charges pour la construction des locomotives. 285
Note sur la construction des locomotives-tenders de banlieue (série 729-742) . . . 295
CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE. — Cahier des charges pour la fourniture des locomotives compound à 4 essieux accouplés (série 3 211-3 300) 316
CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLÉANS. — Cahier des charges pour la fourniture des locomotives à grande vitesse (série 77-86) 339
CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT BELGE. — Extrait des conditions spéciales pour la fourniture des locomotives à marchandises pour fortes rampes. 360
GLASGOW AND SOUTH WESTERN RAILWAY. — Spécification pour la fourniture de dix locomotives-tenders de banlieue. 378
NEW-YORK CENTRAL AND HUDSON RIVER RAILROAD. — Spécification pour la fourniture des locomotives à grande vitesse. 392

ADDENDA

Nouvelles locomotives compound à grande vitesse des *Chemins de fer de l'Ouest*. . 399
Nouvelles locomotives à grande vitesse des *Chemins de fer de l'Etat français* . . . 400
Locomotives compound à quatre cylindres. Remarques complémentaires. 401
Locomotives compound articulées du système A. Mallet. 404
Puissantes locomotives à grande vitesse du *Southern Railway* 406
Nouvelles locomotives des *Chemins de fer de l'Etat autrichien*. 408
Diminution de la résistance de l'air 409
Chauffage au pétrole. Notes supplémentaires. 411
Distributions perfectionnées. Notes supplémentaires 413
Essais effectués sur les locomotives à grande vitesse du *Midland Ry* 413
Foyer Belpaire. Dilatation. 414
Tirants à dilatation 415
Alliages pour coussinets et robinetterie (*Etat belge*). 415
Tiroirs cylindriques. Nouvelles applications 416
Double cheminée du *L. and N. W. Ry*. 417
Freinage des bogies de locomotives 418
Commande automatique de robinets purgeurs 419

TABLE

DES

PRINCIPAUX TABLEAUX

INCORPORÉS DANS LE TEXTE

TOME I

Répartition du poids total et du poids adhérent dans les locomotives express à trois essieux et dans celles à bogie 29

Parcours effectués sans arrêt par les principaux express anglais et vitesses moyennes 160

Comparaison des principaux éléments des machines à roues libres et à quatre roues accouplées 173

Conditions d'établissement des principaux types de locomotives de l'*Etat prussien* 279

Proportions des principaux types de locomotives américaines 356

Tableaux donnant les principales conditions d'établissement des principaux types de locomotives usités en France et à l'étranger :

I. Machines à grande vitesse à roues indépendantes (Grande-Bretagne et États-Unis) 418-419

II. Machines à grande vitesse à quatre roues accouplées (France) 420-423

II. — — — (Grande-Bretagne). 424-427

II. — — — (pays divers) . . . 428-431

II. — — — (États-Unis). . . . 432-435

Proportions des locomotives à quatre roues accouplées 436-437

III. Machines pour trains rapides et lourds (France). 438-439

III. — — — (pays divers) 440-441

III. — — — (États-Unis) 442-443

IV. Machines à marchandises à six roues accouplées (France) 444-445

IV. — — — (pays divers) 446-447

V. — — à huit roues accouplées (France) 448-449

V. — — — (pays divers) 450-451

VI. Locomotives-tenders de banlieue (France). 452-453

VI. — (pays divers). 454-455

VII. Locomotives-tenders à marchandises ou pour le service de gares (France et pays divers) 456-457

TOME II

Degré d'imperfection de la combustion 15
Nature des produits de la combustion 15

Rapport entre la dépression dans la boîte à fumée et la quantité de charbon brûlée par unité de surface de grille :

Expérience de M. Geoffroy 43
Essais de la *Compagnie de Lyon* 43-44
Expériences de M. Kennedy 44
Expériences de M. Goss 44
Expériences de la *Compagnie de l'Est* 45

Influence de l'activité de la combustion sur le rendement du combustible :

Essais de la *Compagnie de Lyon* 47
Expériences de l'Université de Purdue 48
Températures des parois dans les foyers de locomotives 66
Proportion de la surface de chauffe tubulaire 67
Répartition de la chaleur totale (expériences de la *Compagnie de Lyon*) 72
Comparaison à égalité de tirage des tubes en laiton lisses et des tubes en laiton à ailettes (expériences de la *Compagnie de Lyon*) 76-77
Expériences sur les tubes lisses, les tubes à ailettes et les tubes mi-partie lisse et mi-partie à ailettes. *Expériences de la Compagnie du Nord* 78-79
Augmentation de la surface de chauffe résultant de l'application des tubes à ailettes 80-81
Comparaison sur la durée de la mise en pression avec les tubes lisses et les tubes à ailettes (*Expériences de la Compagnie de l'Est*) 82
Influence de l'intensité de tirage sur la production de vapeur (*Expériences de la Compagnie du Nord*) 83
Influence de l'intensité de tirage sur la production de vapeur (*Compagnie de Lyon*) 83-86
Influence de l'intensité du tirage sur le rendement économique 88-89
Condensations initiales dans les cylindres pour différentes introductions . . . 111
Phases d'une distribution Bonnefond (*Chemins de fer de l'Etat*) 132
Comparaison entre la distribution Durant et Lencauchez et une distribution ordinaire (*Compagnie d'Orléans*) 136
Comparaison des phases de la distribution Durant et Lencauchez avec la distribution ordinaire (*Chemins de fer de l'Est*) 144
Rapport des volumes des cylindres de diverses locomotives compound 170-171
Résultats d'essais sur les locomotives compound à grande vitesse de la *Compagnie du Nord* 180-181
Expériences de M. Borodine 182
— M. Cooper 184-185

Travail et effet utile des locomotives :

Expériences de la *Compagnie de l'Est* 242-245
— — *d'Orléans* 246
— — *du Nord* 246
— — *de Lyon* 247
— — *de l'Ouest* 248

Expériences de Cincinnati, Hamilton and Daiton *R. R.* 248
— du *Caledonian Railway*. 249
Dépense de vapeur et de charbon par cheval-effectif. 256
— — cheval-indiqué 257
Expériences de l'*Etat prussien*. 258
— de M. Lochner 259
Poids de quelques locomotives par cheval-indiqué et effectif 368
Poids par mètre carré de grille et par cheval-indiqué de la chaudière locomotive et des chaudières multitubulaires à petits éléments 275
Accroissement relatif de la surface de grille dans les locomotives de la *Compagnie du Nord*. 312
Hauteur du ciel de foyer au-dessus de l'axe de la chaudière. 316
Diamètre des cheminées de quelques types de locomotives 322
Volumes d'eau et de vapeur contenus dans quelques chaudières locomotives . 325
Proportions de quelques chaudières locomotives 326-328
Prescriptions pour les essais de traction et de pliage des tôles de fer pour chaudières (*P.-O.*) 330-331
Résultats d'analyses de tôles d'acier pour chaudière. 336
— d'essais de traction faits sur les éprouvettes d'acier soudées et non soudées 337
Epreuves et proportions des essais; tôles d'acier pour chaudières (*Est*). . . . 339
Limites minima et maxima des dimensions et poids par mètre courant des tubes à fumée (*P.-L.-M.*) 365
Epaisseurs des parois en cuivre des foyers des locomotives de la *Compagnie de l'Est*. 392
Diamètre et écartement des entretoises (*Ouest*) 407
Timbre; diamètre et épaisseur des corps cylindriques dans quelques machines récentes. 461
Coefficients de sécurité et fatigue des tôles de chaudières (*Est*). 462
Tension en pleine tôle et dans la rivure (*P.-O.*). 464
Hauteur disponible sous le gabarit (réseaux français) 490

TOME III

Charge sur les essieux moteurs et accouplés de quelques locomotives à grande vitesse de construction récente 7
Diamètre des cylindres, course des pistons, diamètre des roues et poids adhérent de quelques types de locomotives. 13-14
Dimensions des lumières et orifices des cylindres dans quelques types de locomotives 25
Conditions d'essai des fers et aciers de forge (*P.-O.*). 72-73

Composition des bronzes, laitons, alliages divers, régule, etc. :

Ouest 74-75
Est 75
P.-L.-M. 76
P.-O. 77-78
Etat. 79
Dimensions des corps de bielles motrices, rectangulaires et évidés. 150
— — accouplées 182

Comparaison entre le tiroir ordinaire et le tiroir à canal :

Résistance des tiroirs; coefficient de frottement 220-221

Tableaux de régulation des distributions :

Ouest (mach. 691-706) 319
P.-O. (mach. 101) 321
Nord (mach. 2 121-2 157) B P 323
— — H P 325
Midi (mach. compound à bogie) B P 327
— — H P 329
Central suisse (machine à six roues accouplées) 331

Essai des tôles pour longerons (*P.-O.*) 337-338
Essai des barres pour ressorts (*Est*) 340-341
Essai des essieux coudés (*Est*) 357-355
357-359
Parcours de garantie des essieux coudés (*P.-L.-M.*) 365
Conditions d'établissement des ressorts de suspension (*Ouest*) 437-438
— — — (*P.-O.*) 438
— — — (*Est*) 440-445
Résumé des parcours kilométriques effectués par les essieux coudés 469
Résumé des nombres de révolutions effectuées par les essieux coudés 470
Dimensions de quelques essieux coudés 481
Pressions de calage des essieux 495

TABLE DES FIGURES

TOME I

Figures.		Pages.
1.	Locomotive Crampton des *Chemins fer de l'Est.* Type primitif (1852).	56
2.	Locomotive à grande vitesse (série 654-690) des *Chemins de fer de l'Ouest*. . .	58
3.	— — — (série 621-635) — —	59
4-5.	— — — (série 963-990) — —	60-61
6.	— — — (type Outrance, série 2 834-2 860) des *Chemins de fer du Nord*	65
7.	— — — (compound, série 2 121-2 157) du *Chemin de fer du Nord*.	67
8-10.	— — — (compound, série 2 158-2 160) du *Chemin de fer du Nord*	68, 70-71
11.	Locomotive mixte (série 2 551-2 631) d *Chemin de fer du Nord*	71
12.	Locomotive à grande vitesse (série 501-510) des *Chemins de fer de l'Est* . . .	73
13.	— — (série 543-562) — — . . .	74
14-15.	— — (type 800) — — . . .	75-76
16.	Locomotive mixte (série 441-485) — — . . .	77
17.	Locomotive à grande vitesse (série 111-400) des *Chemins de fer P.-L.-M.* . . .	79
18.	— — (série B 111-400) — — . . .	80
19-20.	— — (compound, série C. 21-60) — . . .	84-85
21.	— — (série 265-369) du *Chemin de fer d'Orléans*. . . .	88
22-23.	— — (série 77-86) — — . . .	88-89
24.	— — (N^{os} 101 et 102) — — . . .	90
25.	Locomotive mixte (série 448-575) — — . . .	92
26.	Locomotive à grande vitesse (série 53-95) des *Chemins de fer du Midi*	93
27-28.	— — (compound, série 1 751-1 762) des *Chemins de fer du Midi*	94-95
29.	— — (série 2 009-2 068) des *Chemins de fer de l'Etat*. .	96
30-31.	— — (série 2 602-2 620) — — . .	96-97
32.	Locomotive à 6 roues accouplées (série 1904-2244) des *Chemins de fer de l'Ouest*	99
33.	— — (série 2 245-2 269) — — . .	100
34.	— — (à bogie, série 2 301-2 304) — — . .	101
35.	Locomotive à 6 roues accouplées (type Mammouth) du *Chemin de fer du Nord.*	109
36.	— — (série 0,250-0,478) des *Chemins de fer de l'Est*. . .	111
37.	— — (série 3 001-3 015) — — . .	113
38.	— — (type Bourbonnais) des *Chemins de fer P.-L.-M.* . .	113
39.	— — (série 3 001-3 140) — — . .	114
40.	— — (série 658-719) du *Chemin de fer d'Orléans* . . .	115

41. Locomotive à 6 roues accouplées (série 601-640) du *Chemin de fer d'Orléans*. . 116
42. — — (série 1 586-1 605) — — . . . 118
43. — — (série 1 811-1 831) — — . . . 118
44. — — (série 801-1 063) des *Chemins de fer du Midi*. . . 120
45-48. — — (à bogie, types 1 301-1 401) — — . . 122-124
49. — — (série 3 139-3 206) des *Chemins de fer de l'Etat* . . 125
50. — — (série 3 061-3 100) — — . . 126
51-52. Locomotive à 8 roues accouplées (série 4 000) du *Chemin de fer du Nord*. 129-130
53. — — — — des *Chemins de fer de l'Est*. . 131
54. — — (compound, série 3 211-3 300 (des *Chemins de fer P.-L.-M.* 132
55. — — (série 1 179-1 258) du *Chemin de fer d'Orléans*. . 134
56. — (série 2 001-2 040) des *Chemins de fer du Midi*. . . . 135
57. — — (série 4 001-4 040) des *Chemins de fer de l'Etat*. 136
58. Locomotive de banlieue (série 3 500) des *Chemins de fer de l'Ouest* 139
59. — (série 3 701-3 710) — 140
60. — (série 3 011-3 020) du *Chemin de fer du Nord* 142
61. — (série 3 021-3 075) — . . . 143
62. — (série 2 311-2 360) — . . . 144
63. — (série 729-742) des *Chemins de fer de l'Est* 146
64-65. — (série 2168-2200) du *Chemin de fer d'Orléans*. . . . 148-149
66. Locomotive-fourgon (série 0,221-0,230) des *Chemins de fer de l'État*. 150
67. Locomotive de gare (série 1 011-1 114) des *Chemins de fer de l'Ouest*. 151
68. — (série 3 967-3 996) du *Chemin de fer du Nord*. 152
69. — (série 0,901-0,948) des *Chemins de fer de l'Est*. 153
70. — (série 3 701-3 802) des *Chemins de fer P.-L.-M*. 154
71. — (série 1 031-1 074) du *Chemin de fer d'Orléans* 155
72. Type de locomotive anglaise à grande vitesse (*Midland Ry*) 168
73-74. Locomotive à roues indépendantes et à cylindres extérieurs du *Great Northern Ry* 174-175
75. Locomotives à roues indépendantes et à cylindres intérieurs du *Great Northern Ry*. 175
76. Locomotive à grande vitesse et à roues libres (types antérieurs à 1892) du *Great Western Railway*. 177
77-79. Locomotive à grande vitesse et à roues libres (type de 1893) du *Great Western Railway*. 178-179
80-81. Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *Midland Railway* (types de 1888 et 1897) 180-181
82. Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *North Eastern Railway* . . . 183
83. Type de locomotive anglaise à 4 roues accouplées (*Caledonian Ry*). 186
84. Locomotive à grande vitesse du *London and South Western Ry* 188
85. Train du *London and South Western Ry*. 189
86. Locomotive mixte du *London and South Western Ry* 189
87. Locomotive à grande vitesse (type *Gladstone*) du *Brighton Ry* 190
88. Locomotive à grande vitesse et à bogie du *Brighton Ry* 192
89. — — — du *South Eastern Ry*. 193
90. — — — du *London Chatam and Dover Ry*. . . 195
91. — — du *Great Eastern Ry* 196
92. — — du *Great Northern Ry* 197
93. — — — 197
94. — — — 198
95. — — et à trois essieux du *Midland Ry* 198
96. — — et à bogie — 199

97. Locomotive à grande vitesse du *London and North Western Ry* (type Precedent) 201
98-99. — — — — (type Teutonic). 201-202
100. — — — — (type Greater Britain) 203
101. — — du Great Western Ry. 204
102. — — du *Lancashire and Yorkshire Ry* 207
103. — — du *Manchester Sheffield Ry* (type de 1879) . . . 209
104. — — — — (type de 1896) . . . 209
105. — — du *North Eastern Ry* (type de 1880) 210
106. — — — (type de 1890) 211
107. — — — (type Q ; 1894) 211
108-109. — — — (type Q_1 ; 1896) 212-213
110. — — du *Caledonian Ry* (ancien type) 215
111-112. — — — (type Dunalastair) 217-218
113. — — du *Glasgow and S. W. Ry* (type de 1886) . . . 219
114-115. — — — — (type de 1895) . . 220-221
116. — — du *North British Ry* 223
117. Locomotive à marchandises du *Great Western Ry* 224
118. — — du *Caledonian Ry*. 224
119. — — du *Midland Ry*. 225
120. — — du *North Eastern Ry* 225
121. — — du *Lancashire and Yorkshire Ry* 226
122. — — de *London and S. W. Ry* 226
123. — — à bogie du *Great Western Ry*. 228
124. — — à huit roues accouplées du *L. and N. Ry W. Ry*. 230
125. Locomotives-tenders de banlieue du *London Chatham and Dover Ry*. 235
126. — — du *Great Northern Ry* 237
127. — — de *Midland Ry*. 237
128. — — du *L. and S. W. Ry* 239
129. — — du *Lancashire and Yorkshire Ry*. 240
130. — — du *Great Eastern Ry* 240
131. — — du *Taff Vale Ry* 241
132. — — du *London and S. W. Ry* 241
133. — — du *Metropolitan Ry*. 224
134. — — du *Nork London Ry* 224
135. Locomotive-tender à marchandises du *North Eastern Ry*. 244
136. — — du *Mersey Tunnel Ry*. 245
137. Locomotive à grande vitesse de l'*East Indian Ry* 247
138. Locomotive mixte des *New South Wales Government Ry* 248
139. Locomotive à grande vitesse de l'*Etat belge* (type 1 ; ancien modèle). 252
140. — — — (type 1) 253
141-142. — — — (type 12). 255
143. Locomotive mixte — — 257
144. Locomotive pour trains rapides et lourds de l'*État belge* (type 6) 257
145. — — — — (type 6 renforcé) . . . 258
146. Locomotive à marchandises de l'*Etat belge* (type 25). 260
147. — — — (type 25 modifié) 260
148. — — du *Grand Central belge* 261
149-150. Locomotive à grande vitesse du *Jura-Simplon* 263-264
151-152. — compound à 6 roues accouplées du *Gothard* 265-266
153. — — Mogul du *Jura-Simplon* 268
154. — — — de l'*Union suisse* 269
155. — Mogul du *Central suisse* 270
156. — à marchandises du *Jura-Simplon*. 271

157. Locomotive à huit roues accouplées du *Gothard*. 272
158. Locomotive-tender de *Jura-Simplon* 272
159. — du *Central Suisse* 273
160. — — 274
161. — Mogul du *Gothard*. 275
161 *bis*. Locomotive Mogul du *Jura-Simplon* 275
162. Locomotive compound articulée du *Gothard* 276
163. Locomotive à voyageurs de l'*Etat prussien* (type normal). 281
164. — à marchandises — (—) 282
165. — express, compound — (à 3 essieux) 283
165 *bis* — — — (à bogie). 284
166. — à grande vitesse de l'*Etat badois* (—), ... 285
167. — — de l'*Etat prussien* (avec chaudière Lenz) 286
168. — — de l'*Etat bavarois* — 287
169. — — de l'*Etat saxon* — 289
170. — — de l'*Etat wurtembergeois* 289
171. — compound à six roues accouplées et à bogie, de Maffei. 291
172. Locomotive-tender à marchandises de l'*Etat prussien* 293
173. — — de l'*Etat badois* (compound articulée). . 295
174. Locomotive à marchandises de l'*Etat prussien* (type Mogul) 297
175. — — — (à 8 roues accouplées) 298
176. — — — (type Consolidation) 299
177. Locomotive à grande vitesse de la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État (type de 1882). 302
178. Locomotive à grande vitesse de la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État (type de 1886). 302
179. Locomotive à grande vitesse des Chemins de fer *Nord Empereur Ferdi-*
— — *nand* 304
180. — — de l'*Etat autrichien* (compound). 306
181. — — du *Sud de l'Autriche* 308
182. — — — 308
183. — — de l'*Etat hongrois* (compound). 310
184. Locomotive pour trains rapides et lourds de l'*Etat hongrois* 312
185. — à marchandises de la Société austro-hongroise. 315
186. — — — 315
187. — — de l'*Etat hongrois* 316
188. — tender, compound, Mogul, de l'*Etat autrichien* 316
189. Locomotive à grande vitesse des Chemins de fer de la *Méditerranée* 318
190. — — — *Méridionaux* 320
191. — — — de la *Méditerranée* (lignes accidentées) 321
192. Locomotive à huit roues accouplées des chemins de fer *Méridionaux*. . . . 322
193. Locomotive à grande vitesse de l'*Etat russe* (Saint-Pétersbourg-Varsovie) . . 324
194. — — — (Saint-Pétersbourg-Moscou). . . 324
195. — — — (Vladicaucase). 325
196. Locomotive mixte de l'*Etat russe* (Baldwin) 326
197. Locomotive à grande vitesse du *Sud-Ouest russe* (compound). 327
198. — — des Chemins de fer de l'*Etat danois*. 328
199. Locomotive-tender de banlieue de l'*Etat danois*. 330
200. Locomotive à grande vitesse de l'*Etat suédois*. 331
201. — — des *Chemins de fer central hollandais* 333
202. — — de l'*Etat hollandais*. 334
203. Locomotive à marchandises des *Chemins de fer roumains* 353

204. Superposition, à la même échelle, d'une locomotive américaine et d'une locomotive européenne 339
205. Le *Pennsylvania Limited* 344
206. Le *Royal blue* 345
207-208. Plan du montage d'une locomotive américaine. 352-353
209. Locomotive à grande vitesse du *New York Central Railway* 358
210. Vue d'avant d'une locomotive américaine. 359
211. Foyer Wootten passant au-dessus des roues (coupe transversale) 363
212. Bissel placé à l'avant des cylindres. 364
213. Type de locomotive américaine à grande vitesse (Cooke). 368
214. Locomotive à grande vitesse du *Lake Shore and Michigan Southern RR.* 369
215. — — *New York Central and Hudson River RR.* . . 370
216. — — *Boston and Maine RR.* 375
217. — — *New York, New-Haven and Hartford RR* . . . 376
218. — — *Pennsylvania RR.* (type normal) 377
219. — — — (classe P) 378
220. — — *l'Illinois Central RR.* 380
221. — — *Philadelphia and Reading RR.* (à bissel) . . . 381
222. — — *Lehigh Valley* 382
223. — — *Chicago, Burlington and Quincy.* 383
224. — — *Philadelphia and Reading* (à cinq essieux) . . 385
225. — — *Lehigh Valley* (à cinq essieux). 386
226. Locomotive du type *Mogul* (*Baldwin*) 388
227. — — *Delaware and Susquehanna* 388
228. — — *New York, New-Haven and Hartford.* 389
229. — — *Loke Erie and Western* (marchandises). . . . 391
230. — — — (voyageurs). 391
231. — — *Columbus and Toledo* (compound). 392
232. Locomotive à six roues accouplées et à bogie *Baldwin*. 393
233. — — *Terre Haute and Indianopolis* 394
234. — — *Southern Pacific* 396
235. — — *Michigan Central* 397
236. — — *Baltimore and Ohio* 397
237. — — *Chicago Milwaukee and Saint-Paul* 398
238. — — *Canadian Pacific* 398
239. — — *Baldwin* 398
240. — — *Adirondack and Saint-Lawrence* 399
241. — — *Northern Pacific* 400
242. Machine de gare — *Schenectady* 400
243. Machine du type Consolidation *Baldwin* 403
244. — — *Mohawk and Malone.* 405
245. — — *New York New-Haven* 406
246. — — (à bogie) *Great Northern* 407
247. — — — *Duluth and Iron Range* 408
248. — — — *Northern Pacific.* 410
249. Machine à dix roues accouplées, *Erie* 412
250. Machine de banlieue, *Chicago and Northern Pacific.* 414

TOME II

251. Foyer muni d'une voûte en briques et d'un auvent (*Est*) 19
252-253. Types de voûtes en briques 21

234. Ecran en briques et tubes à eau (*Etat français*). 23
235. Foyer Ten Brinck (*Paris-Orléans*) 25
236. Foyer Ten Brinck-Bonnet (*Paris-Orléans*). 27
237. Foyer Ten Brinck-Dormus (*Etat autrichien*). 28
238. Chaudière avec foyer en briques, système Docteur (*Etat belge*) 34
239. Foyer Werderber 35
260. Brûleur à pétrole (*Urquhart*) 56
261. — — — (*Rjäsan-Oural*). 57
262. — — (*Brandt*) 57
263. Foyer à pétrole (*Urquhart*) 58
264-265. Tenders russes disposés pour le chauffage des machines au pétrole. . . 59
266. Ensemble des appareils Holden pour brûler le pétrole. 62
267. Brûleur *Holden*. 63
268. Courbes des rendements de la chaudière 90
269. Foyers élargis débordant les roues 100
270. Détendeur Durant et Lencauchez (*Paris-Orléans*). 122
271. Distribution Stevens (*Southern Pacific*) 129
272. Distribution Bonnefond des locomotives à grande vitesse de l'*Etat français* . 131
273. Diagrammes comparatifs des distributions ordinaire et Durant et Lencauchez 137
274. Schéma de la distribution ordinaire (Locomotives à grande vitesse des *Chemins de fer de l'Est*) 138
275. Schéma de la distribution ordinaire et Durant et Lencauchez (locomotives à grande vitesse des *Chemins de fer de l'Est*) 139
276. Distribution Durant et Lencauchez. Détails des obturateurs d'admission. . . 140
277. — — — — — d'échappement . 141
278. Valve de démarrage, système Mallet 190
279. — — et soupape interceptrice du système Worsdell 191
280. — Von Borries (automatique) 193
281. — — — (non automatique) 194
282. — — — (*Pennsylvania RR.*) 195
283. Dispositif de Lindner 196
284. Valve de démarrage, système Urquhart. 198
285-286. Disposition du démarrage, système Gölsdorf. 200
287. — — — (*Pennsylvania RR.*) 201
288. Valve de démarrage du système Pitkin 203
289. — — — Bachellor 205
290. Disposition d'ensemble du système Bachellor 206
291. Valve de démarrage, système Colvin 207
292. Valve de démarrage du système Richmond (*Pennsylvania RR.*) 208
293. — — — Rogers. 210
294. Ensemble du grand cylindre et de la tuyauterie. 212
295. Disposition générale des cylindres des locomotives Woolf du *Chemin de fer du Nord* 216
296. Coupe longitudinale des cylindres des locomotives compound du système Vauclain. 220
297. Soupape de démarrage, système Vauclain. 221
298. Type de chaudière locomotive (machine à marchandises, série 1 001-1 005 des *Chemins de fer de l'Est*) 280-281
299. Chaudière Lentz 285
300. Chaudière Flaman (locomotive à grande vitesse, série 800 des *Chemins de fer de l'Est*) 286-287
301. Chaudière Perkins (*Chicago Milwaukee and Saint-Paul*) 288

302. Schémas ayant pour but de montrer les principales dispositions que peut affecter le foyer par rapport aux roues et au foyer 290
303. Schémas ayant pour but de montrer les principales dispositions que peut affecter le foyer par rapport aux roues et au foyer 293
304. Schémas de principe ayant pour but de montrer les positions limites imposées à la face avant du foyer, et les relations existant entre le diamètre du corps cylindrique et la hauteur de son axe au-dessus du rail 295
305. Type de foyer à cheval au-dessus d'un essieu 296
306. Type de foyer profond plongeant entre deux essieux accouplés (*Ouest*) . . . 297
307. Type de foyer passant, par sa partie postérieure, au-dessus d'un essieu accouplé (*P.-L.-M.*) 298
308. Foyers américains rétrécis vers le bas pour se loger entre des longerons en fer forgé. 300
309. Chaudière, avec foyer Belpaire élargi, des locomotives du type 12 de l'*Etat belge* 301
310. Type de chaudière à foyer profond (*Lancashire and Yorkshire Railway*). . . 303
311. Type de foyer moyennement profond (*P.-L.-M.*) 304
312. Type de foyer plat et élargi 305
313. Vue d'avant des express du *Lehigh Valley RR.* 307
314. Type de chaudière à foyer Crampton (*North Eastern Ry*) 370
315. — — — (*Caledonian Ry*). 372
316. — — — (*Schenectady*) 374
317. Type de chaudière à foyer renflé (*Great Western Ry*). 376
318. — — — wagon-top (type américain) 378
319. — — — — — 379
320. — — — — — 380
321. Type de chaudière à foyer Belpaire (*Nord*, express compound). 382
322. — — — (*P.-L.-M.* —). 384
323. — — — (*Midi* —). 386
324. — — — (*Ouest*; 6 r. a. à bogie). 388
325. — — — (*Etat belge*; type 6 renforcé). 390
326. Foyer en acier des locomotives à grande vitesse (type de 1895) du *Pennsylvania RR.* 393
327. Foyer en acier des locomotives à grande vitesse du *Great Eastern Ry.* . . . 394
328. Formes diverses que peut affecter le ciel du foyer. 395
329. Assemblage des plaques du foyer sur le cadre. 396
330. Détails divers de construction des chaudières. 397
331. Disposition des bouchons de lavage (*Midi*; compound). 398
332. Disposition de la plaque arrière des chaudières des locomotives du réseau *Adriatique* 399
333. Exemple de disposition du cadre de la porte du foyer (*Ouest*). 400
334. Cadre de porte formé par emboutissage (*Nord-Empereur-Ferdinand*). . . . 401
335. — — — (dispositions américaines) 402
336. Consolidation de la face arrière de la chaudière (*Est*) 403
337. — — — (*Etat prussien*). 403
338. Types divers d'entretoises (*P.-L.-M.*; *Ouest*; *Est*; *Nord*; *Great Eastern*; *North London*) 405
339. Entretoise à dilatation (*Pennsylvania RR.*) 409
340. Avant du foyer montrant la disposition de l'agrafage (*Est*) 410
341. Disposition des tirants verticaux de ciel de foyer (*Est*) et des tirants de la plaque tubulaire arrière (*P.-L.-M.*; *Est*; *Etat belge*). 411
342. Agrafage de la plaque tubulaire (*North Eastern Ry*) 412
343. Foyer avec fermes longitudinales supportées. 413

344. Type de ferme ordinaire à deux plaques (*Midi*). 414
345. Ferme en acier moulé (*Great Eastern Ry*). 414
346. Types de consolidation de ciel de foyer par fermes longitudinales (*Ouest ; North London*) 415
347. Types de consolidation de ciel de foyer par fermes longitudinales (*London Brighton ; Great Eastern*) 417
348. Types de consolidation de ciel de foyer par fermes longitudinales (*North Eastern ; Great Western*). 419
349. Boîte à feu des locomotives à grande vitesse (série 77-86) des *Chemins de fer d'Orléans*. 421
350. Types de fermes transversales (*Midi ; Etat russe*) 422
351. Boîte à feu des locomotives à grande vitesse (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*. 424
352. Détail des fermes de ciel de foyer des locomotives ci-dessus 426
353. Boîte à feu des locomotives à grande vitesse (série 800) des *Chemins de fer de l'Est* 427
354. Détail des fermes de ciel de foyer des locomotives ci-dessus 428
355. Boîte à feu des locomotives à grande vitesse du *New York Central* 429
356. Boîte à feu Crampton avec armaturage du ciel par des tirants 430
357. Type de foyer Wootten 431
358. Principaux modes de consolidation du ciel par des tirants. 432
359. Consolidation du ciel par des tirants (*Est*) 433
360. — — (disposition américaine). 434
361. Dispositions ayant pour but de faciliter la dilatation à l'avant des foyers (*Est*). 435
362. Dispositions ayant pour but de faciliter la dilatation à l'avant des foyers. . . 436
363. Type de consolidation du ciel par tirants à dilatation (*Caledonian*) 437
364. — — — — (*Great Western*). . . . 437
365. Disposition allemande pour faciliter la dilatation du foyer à l'avant. 438
366. Boîte à feu du type Belpaire (*Grand Central belge*). 439
367. — — (*P.-L.-M.* ; mach. C. 21-60). 440
368. — — (*Midi* ; mach. 1 751-1 762). 442
369. Chaudière à foyer ondulé (*Chemins de fer roumains*). 444
370. Consolidation directe du ciel ; système E. Polonceau 445
371. Boîte à feu de la locomotive à grande vitesse n° 103 du *Chemin de fer d'Orléans*. 446
372. Fermes à deux flasques suspendues et vis d'attache du ciel. 448
373. Tirants de foyer Belpaire (*P.-L.-M.*). 449
374. Ferme et mode d'attache (*N.-E.-R.*). 450
375. Tirants de foyer Belpaire (*Nord*). 451
376. Tirants à dilatation (*M. Sh. and L. Ry*). 452
377. — (divers) 453
378. — (*Etat belge*) 454
379. — (*Pennsylvania RR.*). 456
380. Clouures et rivetage du corps cylindrique (*Est ; P.-L.-M.*) 457
381. — — — — 458
382. — — — (*North Eastern*). 466
383. Dôme en fonte (*North British*). 467
384. Type de dôme (*Est*). 468
385. — (*Nord, Ouest*). 469
386. — (*Midland*). 470
387. — (*Nord*). 470
388. Chaudière à deux dômes (*P.-O.*) 471
389. Couvercle de dôme en fonte (disposition américaine) 472

390. Montage des tubes par rangées verticales. 473
391. — — horizontales. 473
392. Raboutage des tubes. 474
393. Montage d'un tube avec manchette en cuivre 474
394. Montage des tubes de chaudières (*Est*) 475
395. — — (*G.E.R.*; non raboutés) 476
396. — — (— raboutés). 476
397. — — (*G.N.R.*) 476
398. — — (*Grand Central belge*) 477
399. — — Serve à ailettes (*Midi*). 478
400. Boîte à fumée des locomotives à grande vitesse (1 711-1 762) des *Chemins de fer du Midi*. 479
401. Plaque tubulaire pour boîte à fumée en saillie (*G.E.R.*) 480
402. Consolidation de la partie supérieure de la plaque tubulaire avant (*Etat prussien*). 481
403. Boîte à fumée des locomotives à grande vitesse (77-86) des *Chemins de fer d'Orléans*. 482
404. Boîte à fumée des locomotives à grande vitesse du *L. and S. W. Ry* 483
405. — des locomotives du *North London Ry*. 484
406. — — de banlieue (729-742) des *Chemins de fer de l'Est*. 485
407. Boîte à fumée des locomotives de banlieue (type 3500) des *Chemins de fer de l'Ouest*. 485
408. Boîte à fumée prolongée (*Midi*) 486
409. Boîte à fumée ; détails (*Est*). 487
410. — des récentes locomotives du *Midland Ry*. 488
411. Types de cheminées en fonte 493
412. Cheminées en fonte du *Midland Ry*. 494
413. Cheminée à charnière (*P.-O.*). 495
414. Bouilleur Ten Brinck (*P.-O.*). 497
415. Types de bouchons autoclaves de lavage (*Est*) 498
416. Types de bouchons de lavage à vis (*Central suisse*). 499
417. Schéma d'ensemble montrant le mode d'attache de la chaudière sur le châssis. 500
418. Attaches de la chaudière sur le châssis (*Est*; mach. 800). 502
419. Type ordinaire de fixation de la boîte à feu sur le châssis (*Ouest*, mach. 2 000) . 503
420. Détail des plaques et agrafes de fixation de la boîte à feu sur le châssis (*Nord*; mach. 2 121-2 157). 504
421. Attache de la boîte à feu sur le châssis (*Ouest*; mach. 900). 505
422. Fixation du foyer sur le châssis par des bielles articulées ; dispositions américaines 506
423. Supports articulés du foyer sur le châssis (*Etat autrichien*) 507
424-425. Montage, sur le châssis, d'une chaudière à foyer Wootten de locomotive américaine 508-509

TOME III

426. Type d'un mécanisme de locomotive à cylindres extérieurs et tiroirs intérieurs (*P.-L.-M.*, B. 111-400). 2
426 *bis*. Calage des manivelles motrices et d'accouplement dans le même sens. . . 23
427. Mécanisme des locomotives à six roues accouplées de l'*Etat prussien* 27

428. Mécanisme extérieur des locomotives à grande vitesse (77-86) du *Chemin de fer d'Orléans* 28
429. Mécanisme extérieur (cylindres (H P) des locomotives compound à grande vitesse (2 121-2 157) du *Chemin de fer du Nord*. 30
430. Mécanisme extérieur des locomotives à huit roues accouplées (4 008-4 045, etc.) du *Chemin de fer du Nord*. 32
431. Mécanisme extérieur des locomotives à six roues accouplées et à bogie (2 301-2 304) des *Chemins de fer de l'Ouest*. 34
432. Mécanisme extérieur (cylindre (HP) des locomotives compound à grande vitesse (C. 21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.* 37
433. Mécanisme extérieur des locomotives compound à grande vitesse de l'*Etat prussien* 38
434. Mécanisme extérieur des locomotives à grande vitesse (série 800) des *Chemins de fer de l'Est* 40
435. Disposition typique du mécanisme des locomotives américaines. 42
436. Ensemble du mécanisme des locomotives à grande vitesse de l'*Etat russe* (*Saint-Pétersbourg à Varsovie*) 43
437. Mécanisme intérieur des locomotives à grande vitesse de l'*Etat badois*. . . . 44
438. Mécanisme intérieur des locomotives à six roues accouplées (3 001-3 015) des *Chemins de fer de l'Est*. 46
439. Mécanisme intérieur des locomotives à grande vitesse (963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*. 48
440. Mécanisme intérieur des locomotives du type 6 de l'*Etat belge* 50
441. Mécanisme intérieur des locomotives à grande vitesse (série Q_1) du *North Eastern Ry*. 52
442. Mécanisme intérieur des locomotives mixtes du *North British* 54
443. — — — à six roues accouplées du *Great Western*. 55
444. — — — à grande vitesse du *Great Eastern*. . . 56
445. — — — — du *North Eastern*. . . 57
446. — — — — du *Great Eastern*. . . 58
447. — — à roues libres du *North Eastern*. . . . 59
448. Principales dispositions que peuvent affecter les boîtes à tiroir quand les cylindres sont extérieurs 60
449. Principales dispositions que peuvent affecter les boîtes à tiroir quand les cylindres sont intérieurs. 61
450. Type de cylindres extérieurs (*Central suisse*) 87
451. Disposition-type des cylindres des locomotives américaines 88
452. Cylindres des locomotives de banlieue (684-742) des *Chemins de fer de l'Est* . 90
453. — — à grande vitesse (type 12) de l'*Etat belge*. 91
454. — — — (2 123-2 157) du *Chemin de fer du Nord* (BP) 39
455. — — mixtes (441-485) des *Chemins de fer de l'Est*. . . . 94
456. — — à grande vitesse (963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*. 96
457. Cylindres des locomotives à grande vitesse (type Q_1) du *North Eastern* . . . 98
458. — — — — du *Great Eastern* . . . 99
459. — — — (type 800) des *Chemins de fer de l'Est* 100
460. Cylindres des locomotives à grande vitesse (type 800) des *Chemins de fer de l'Est* avec distribution Durant et Lencauchez 101
461. Cylindres de locomotives à grande vitesse (2 500-2 528) des *Chemins de fer de l'Est*. 103
462. Cylindres de locomotives à grande vitesse (77-86) du *Chemin de fer d'Orléans*. . 104

463. Cylindres de locomotives à grande vitesse de l'*Etat prussien* (HP). 106
464. — — mixtes, avec tiroirs cylindriques (HP) 107
465 et 465 *bis*. Disposition d'ensemble des cylindres et tiroirs de locomotives américaines (*Erie RR*) . . . . . 108 et 109
466. Piston à souche simple et couvercle de cylindre. 110
467. Couvercle de cylindre en acier moulé (*P. O.*) 111
468. Piston et segments. Locomotives (77-86) du *Chemin de fer d'Orléans*. 114
469. Piston avec tige et contre-tige des locomotives de banlieue (684-742) des *Chemins de fer de l'Est* 115
470. Piston (cylindres à HP et BP des locomotives compound (2 121-2 157) du *Chemin de fer du Nord*. 116
471. Piston des locomotives à grande vitesse (953-990) des *Chemins de fer de l'Ouest* 117
472. Piston du *London and North Western*. 118
473. Piston de type anglais, en bronze 119
474. Piston, fond de cylindre et couvercle des locomotives du type normal du *Lancashire and Yorkshire* 120
475. Piston en acier moulé des locomotives (type K) du *Chicago Burlington and Quincy*. 121
476. Piston en acier moulé des locomotives (type L) du *Pennsylvania* 121
477. Piston en fonte malléable du *Norfolk and Western R.* 122
478. Piston, contre-tige et couvercle de cylindre des locomotives à grande vitesse de l'*Etat saxon* 123
479. Glissières doubles latérales 125
480. — — placées dans le plan d'oscillation de la bielle 126
481. Glissière unique placée au-dessus de la tige du piston 127
482. Glissières doubles placées au-dessus de la tige du piston 127
483. — américaines en fonte. 128
483 *bis*. Montage des glissières dans une locomotive à cylindres intérieurs 129
484. — — — — extérieurs. 130
485. Support de glissières en acier moulé (*Great Eastern R.*). 131
486. — — (*Highland R.*) 132
487. Crosse du type américain pour glissières doubles et latérales. 133
488. Crosse des locomotives du *North London R*. 134
489. — — — (C. 21-60) (BP des *Chemins de fer P.-L.-M.*) 136
490. — — — (2 121-2 160) (HP du *Chemin de fer du Nord*). 137
491. — — — à grande vitesse de l'*Etat prussien*. 138
492. — — — du type normal du *London and North Western* . . . 139
493. — — — du *N. Y. N. H. and H. R.* 140
494. — — — classe P *du Pennsylvania R.* 141
495. — — — de l'*Illinois central R.* 142
496. — — — du *Southern Railway* 142
497. — — — (729 à 742) des *Chemins de fer de l'Est* 143
498. — — — à marchandises de l'*Etat prussien* 144
499. — — — (type 25) de l'*Etat belge* 145
500. — — — (2 168-2 200) du *Chemin de fer d'Orléans*. 146
501. Crosse du type américain pour glissières doubles placées au-dessus de la tige. 147
502. Bielle motrice (extérieure) des locomotives à six roues accouplées du *Highland R.* 148
503. — — — (type allemand) 151
504. — — — des locomotives à grande vitesse (type 800) des *Chemins de fer de l'Est* 153
505. — — — des locomotives à grande vitesse (C. 21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.* 155

506. Bielle motrice (extérieure) des locomotives à grande vitesse de l'*Etat prussien*. 156
507. — — — — — — — du *London and S. W. Railway* 157
508. — — — des locomotives à grande vitesse (77-86) du *Chemin de fer d'Orléans* 158
509. — — — des locomotives à grande vitesse (2 121-2 157) du *Chemin de fer du Nord* 160
511. — — — des locomotives à grande vitesse du *N. Y. N. H. and H. R.* 162
512. Tête de bielle motrice à chape, type anglais 163
513. Bielle motrice (intérieure) des locomotives à grande vitesse (2 121-2 160) du *Chemin de fer du Nord*. 165
514. Bielle motrice (intérieure) des locomotives à grande vitesse (type 25) de l'*État belge*. 166
515. Bielle motrice (intérieure) des locomotives à grande vitesse du *Lancashire and Yorkshire* 167
516. Bielle motrice (intérieure) des locomotives à grande vitesse de banlieue (729-742) des *Chemins de fer de l'Est* 169
517 et 518. Bielle motrice (intérieure) des locomotives à grande vitesse mixtes (441-465) des *Chemins de fer de l'Est*. 170-171
519. Bielles motrices (intérieures) de locomotives à grande vitesse de types anglais. 173
520. — — — — — (C. 21-60) des *Chemins de fer de P.-L.-M.*. 176
521. Bielle motrice (intérieure) des locomotives à grande vitesse (963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest* 177
522. Bielle d'accouplement des locomotives de banlieue (729-742) des *Chemins de fer de l'Est*. 179
523. Bielle d'accouplement des locomotives à marchandises de l'*État prussien* . . 180
524. — — — à grande vitesse (type 800) des *Chemins de fer de l'Est*. 181
525. Bielle d'accouplement des locomotives à grande vitesse (C. 21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.* 183
526. Bielle d'accouplement des locomotives à grande vitesse (2 121-2 157) du *Chemin de fer du Nord* 184
527. Bielle d'accouplement des locomotives à grande vitesse (77-86) du *Chemin de fer d'Orléans*. 185
528. Têtes de bielle d'accouplement du type américain 186
529. — — — à bague (*Ouest*). 187
530. — — — d'un type américain 188
531. — — — du *Highland R.* 189
532. Bielle d'accouplement des locomotives à grande vitesse (963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*. 190
533. Bielle d'accouplement des locomotives (type 25) de l'*État belge* 191
534. — — — à grande vitesse du *Caledonian R. R.* 192
535. — — — américaines (Schenectady) 193
536. — — — à grande vitesse du *N. Y. N. H. and H. R. R* 194
537. Bielle d'accouplement des locomotives du type Mogul du *N. Y. N. H. and H. R* . 195
538. Manchon d'accouplement (*P.-L.-M.*) 197
539. — — (*État belge*). 197
540. — — types américains 198
541. Type de contre-manivelle (*Est*; mach. 803). 199
542. Contre-manivelle portant deux excentriques. 200

543. Contre-manivelle excentrée pour distribution Walschaërt 201
544. Types de manivelles d'accouplement (*Est*, mach. 729-742). 202
545. Régulage des coussinets 208
546. Tiroir des locomotives à grande vitesse (77-86) du *Chemin de fer d'Orléans* . . 211
547. — — — (963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest* 212
548. Tiroir, cadre et tige (*Est*, mach. 729-742) 213
549. Montage du tiroir et de sa tige 214
550. Boîte à tiroir et couvercle; type allemand. 215
551. Tiroir Trick. 216
552. — avec compensateur. 217
553. Tiroir américain avec compensateur Richardson. 224
554. Application du compensateur Richardson aux locomotives à grande vitesse (type 800) des *Chemins de fer de l'Est*. 225
555. Tiroir américain muni du compensateur *American balance*. 227
556. — — — — ; variante 228
557. Tiroir compensé du système *Gould*. 229
558. Tiroir cylindrique, système *Smith* 236
559. Disposition générale des tiroirs cylindriques (*North Eastern R.*). 237
560. Détails des tiroirs cylindriques de l'*État français* 239
561. Soupape de rentrée d'air (*Ricour* 240
562. — — (*Smith*). 241
563. Poulies d'excentriques en deux pièces (*Est*, mach. 729-742) 246
564. — — fixées à l'essieu sans clavetage (*Great Eastern*) 246
565. Collier et poulie d'excentriques (*Nord*, mach. 2121-2170). 247
566. — — (*P.-L.-M.* mach. C. 21-60). 248
567. — — (*Ouest*, mach. 2000) 250
568. — — (*État belge*) 251
569. Collier et barre d'excentrique (*Est*, mach. 729-742). 252
570. — — (*P.-O.*, mach. 77-86). 253
571. — — (*Brighton*) 254
572. — — (type américain) 255
573. — — (*Chicago, Indianapolis and Louisville*) 256
574. Barres d'excentriques (*P.-L.-M.*; mach. C. 21-60). 257
575. Contre-manivelle et bielle d'excentrique (*État prussien*) 258
576. Coulisse de Stephenson à simple flasque 259
577. — — — (type américain). 260
578. — — — (built up). 261
579. — — — (système Von Borries) 262
580. — — et sa suspension (*Est*, mach. 729-742). . . . 263
581. Coulisse de Gooch et rapport (*P.-O.* mach. 77-86). 264
582. — — (*P.-L.-M.*; mach. C. 21-60) 265
583. Coulisse de Walschaërt et relevage (*Central Suisse*) 266
584. — — (*Nord*; mach. 2121-2157). 267
585. Renvoi de mouvement et coulisses (*Taff Vale R.*) 268
586. — — — (*Glasgow and S. W. R.*) 269
587. Disposition de la distribution des locomotives américaines. 270
588. Disposition des excentriques et coulisses des locomotives américaines . . . 271
589. Transmission de mouvement aux tiroirs des locomotives américaines. . . . 272
590. *Rocking shaft* des locomotives américaines 272
591. Mécanismes extérieurs (mach. 468-575 et 1566-1575) du *Chemin de fer d'Orléans*. 273
592. Mécanismes extérieurs des machines à huit roues accouplées de l'*Est* et de l'*Etat*. 274

593. Leviers de changement de marche (*N. Y. N. H. and H. R.*) 276
594. Manœuvre mixte, à levier et à vis, du changement de marche (*Etat belge*). . 277
595. Vis et leviers de changement de marche (*Est ;* mach. 729-742) 278
596. — — — (*Etat prussien*). 280
597. — — — (*Nord ;* mach. 2121-2157) 282
598. — — — (*P.-O. ;* mach. 77-86). 283
599. Disposition générale du changement de marche (*Ouest*, mach. 963-990). . . 284
600. Volant de changement de marche. 286
601. Relevage par-dessus 287
602. Relevage par-dessous 287
603. Barre de relevage (*Est ;* mach. 729-742) 288
604. Changement de marche à contrepoids de vapeur (*P.-L.-M.*) 290
605. — — à vapeur de J. Stirling (*S. E. R.*). 291
606. — — — (système Fouquemberg). 294
607. — — — (locomotives du type 16 de l'*Etat belge*). . 296
608. Garniture de tiges de piston ; système Kübler (*Est*). 300
609. — — de tiroir — 301
610. — — de piston (*Nord ;* mach. 2121-2156). 303
611. — — — (*Ouest ;* mach. 963-990) 304
612. Garniture métallique lobulaire (*P.-O.*) 305
613. — — type *United States* 306
614. — — type *Coale*. 307
615. — — type *Jérôme*. 307
616. — — — (pour tiroir). 308
617. Segment de garniture Jérôme. 309
618. Schéma de la distribution (*Ouest ;* 691-706) 318
619. — — (*P.-O. ;* 101) 320
620. — — } . . . . . }
621. — — } Divers. . . . . } Hors texte.
622. — — } . . . . . }
623. — — } . . . . . }
624. — — (*Nord ;* 2121-2157 ; B P) 322
625. — — — — (H. P.) 324
626. — — (*Midi ;* six roues accouplées à bogie B P). 326
627. — — — — — H P) 328
628. — — (*Central suisse*). 330
629. Ensemble du châssis (*Nord ;* 2138-2 15.). 386
630 — — (*P.-L.-M.*, C. 21-60). 386
631. — — (*Etat prussien ;* à grande vitesse). 388
632. — — (*Ouest ;* 963-990) 388
633. — — (*Est ;* type 800). 390
534. — — (— série 729-742). 390
635. — — (*Etat ;* 4001-4040). 392
636. — — (*Est ;* 3001-3015). 394
637. — — (*Great Western ;* à grande vitesse) 398
638. Longeronnet arrière (*P.-O. ;* 77-86). 400
639. Types de longerons américains 402
640. — — — (huit roues accouplées) 404
641. — — — (à double barre) 406
642. Ensemble de la traverse avant (*Nord ;* 2121-2157). 407
643. — — — (*Est ;* 693-742). 408
644. — — — arrière (*Nord ;* 2121-2157) 411
645. — — — (*Ouest ;* 963-990). 412

646. Glissières des boîtes à huile (*Est*; 729-742) 415
647. — — — (*Ouest*; 2301-2304) 416
648. — — — (*Great Eastern*; standard) 417
649. — — — type américain 418
650. Entretoises des plaques de garde 419
651. Boîte à huile (*Nord*; 2121-2157) 420
652. — — (*Ouest*; 2301-2304) 421
653. — — (*Est*; 801-840) 422
654. — — (*Etat belge*; type 25) 423
655. — — (*Etat prussien*; à grande vitesse) 425
656. — — (*Glasgow and South Western*) 426
657. — — (*N.-Y. N. H. and H. R. R.*) 427
658. — — (système Raymond et Henrard) (*P.-L.-M.*; C. 21-60) 428
659. — — (essieu porteur, *Nord*; 2121-2157) 429
660. — — — (*Est*; 729-742), à plans inclinés 431
661. — — — (*Est*; 801-840), bogie 433
662. Types de ressorts (*Ouest*) 435
663. Extrémités des feuilles de ressorts 436
664. Section des lames de ressorts (*Ouest*) 437
665. Ressort de suspension (*Est*) 439
666. — traction (*Est*) 446
667. Suspension des locomotives (2301-2304; *Ouest*) 450
668. Attache de la bride du ressort au-dessous de la boîte 451
669. Chandelles de suspension et tiges de traction 452
670. — — — — 453
671. Suspension du *Lancashire and Yorkshire* 454
672. Suspension par balancier (*Etat prussien*) 455
673. — — — (*Ouest*) 456
674. — — — (*Illinois Central*) 457
675. — — — (*Etat français*) 458
676. — — — (*Etat belge*) 459
677. — — — (disposition américaine) 459
678. Articulation du balancier sur clavette 460
679. Accouplement des ressorts par équerre 461
680. Suspension des essieux accouplés (*P.-O.*; 77-86) 462
681. Essieu coudé (*Nord*, type 107) 464
682. — — (*Ouest*, type 16) 465
683. — — (*P.-L.-M.*, C. 21-60) 466
684. — — (*Taff Vale Ry*) 468
685. — moulé (*Est*, 3001-3015) 471
686. — — (*Etat belge*, type 25) 472
687. — — (*P.-O.*, 2168-2200) 473
688. — — (*North Eastern*, Worsdell) 476
689. — — (*Nord*, Worsdell) 477
690. — — (*S. N. W. Ry.*, built up) 478
691-692. Roues motrices montées (*Ouest*; 953-990) 482
693-694. — — (*Nord*; 2138-2157) 484
695-696. — — (*Est*; 801-840) 486
697-698. — — (*P.-L.-M.*; C. 21-60) 488
699-700. — — (*P.-O.*; 77-86) 490
701. — — (*North Eastern*; série F.) 492
702. — — (*Est*; 613-742) 493
703. — — (*Nord*; 4046-4120) 494

704. Roues porteuses montées (*Nord ;* 2 121-2 157). 494
705. — — (*Est ;* 613-742). 496
706. — — (*Etat ;* 2 602-2620) 497
707. Roues motrices en acier moulé (*Great Eastern*) 498
708. — — (*Illinois Central*). 499
709. Roues américaines en fonte 500
710. — — (*N. Y. C. RR.*) 501
711. Profils divers et modes d'attache de bandages. 502
712. — — — 503
713. — — — 504
714. — — — 506
715. Attache des bandages (système Salmon). 507
716. — — — (*Etat*). 507
717. Boîte à huile à plans inclinés (*P.-O.*) 510
718. Pony-truck américain. 511
719. Détails d'un bissel américain. 512
720. Bissel du *Central Suisse*. 513
721. — *Etat danois*. 515
722. Essieu radial du système Webb. 517
723. — de l'*Etat autrichien*. 518
724. Détail du pivot et du rappel du bogie (*Est*) 524
725. — — — (*Ouest*) 525
726. — — — (*Midland*) 526
727. — — — (*Etat saxon*). 526
728. — — — (*Lancashire and Yorkshire*) 528
729. Bogie du *Great Northern* 529
730. Bogie américain (*Rogers*) 530
731. — — 531
732. — — 532
733. — — 533
734. Bogie des *Chemins de fer méridionaux* (Italie). 533
735. — — *de la Méditerranée* (Italie) 534
736. — — de l'*Ouest* 536
737. — — *P.-L.-M* 538
738. — — *South Eastern* 540
739. — — *North Eastern* 541
740. — — *Nord*. 542
741. — — *Est* 543
742. — — *Est* 544
743. — — *Great Western* 545
744. Type de couvre-roues (*Ouest*) 549

TOME IV

745. Porte de foyer (*Central suisse*) 2
746. — (*Etat prussien*) 3
747. — (type américain) 4
748. — (*Est*). 5
749. — (*Ouest ;* déflecteur) 6
750. — (*Ouest ;* Kitson) 7

751. Porte de foyer (*Etat danois*) 8
752. — (*Highland*) 9
753. — (*Glasgow and S. W.*) 11
754. Type de porte de boîte à fumée à deux vantaux 12
755. — — ronde (*Ouest*) 13
756. Grille et cendrier (*Est ; 729-742*) 15
757. — (*Ouest ; 963-990*) 16
758. — (*P.-L.-M. ; C. 21-60*) 17
759. Barreaux de grille (*Nord*) 18
760. — (*Ouest*) 20
761. — (*P.-L.-M*) 21
762. — — 22
763. Sommiers de grille — 23
764. Grille américaine à secousse (*Forney*) 24
765. — — (type à peigne) 25
766. — — (*Boston and Maine*) 26
767. Grille à tubes d'eau (type américain) 27
768. — (*Etat prussien*) 28
769. Cendrier (*Nord ; 2 121-2 157*) 29
770. — (*P.-O.*) 30
771. — (type américain) 31
772. Boîte à fumée et échappement (*P.-O.*) 32
773. — — (*Midland*) 34
774. — — (*Great Northern*) 36
775. — — (*Ouest ; 2 245-2 269*) 37
776. — — (*Nord ; 2 121-2 157*) 38
777-778. — — (*Est ; 729-742*) 40
779. — — (*Est ; 801-840*) 42
780. — — (*P.-L.-M. B. 111-600*) 43
781. — — (— C. 21-60) 44
782. — — (*Méditerranée ;* Italie) 45
783. — — (*L. N. W.*) 46
784. — — (Baldwin) 47
785. — — — 48
786-787. — — (*Central suisse*) 49
788. Pare-étincelles des *Chemins de fer roumains* 50
789. Boîte à fumée et pare-étincelles (*Rogers*) 51
790. — — (types américains) 51
791. — — 52
792. — — 53
793. — — (types divers de grilles à flammèches) . . . 54
794. — — (*Lehigh Valley R.*) 55
795-796. — — (*Ouest ; 963-990*) 58
797. — — (*Great Western*) 58
798. — — (*Mersey Railway*) 59
799. — — (*Etat hongrois*) 60
800. Type moderne de cheminées pare-étincelles (*Union Pacific R.*) 61
801. — — — (*Southern Pacific*) 62
802. — — — (*Etat autrichien*) 63
803. Trémie de vidange des escarbilles (*Ouest ; 963-990*) 64
804. — — (*P.-O. ; 77-86*) 65
805. Disposition américaine pour la vidange des boîtes à fumée à la vapeur . . . 66
806. Echappement double des locomotives américaines 67

807. Echappement variable à soupapes (*Est ;* 729-742). 68
808. Commande des soupapes d'échappement variable (*Nord*) 69
809. Echappement variable de l'*Etat belge*. 70
810. — — — (variante) 71
811. — — (*New York Central*) 72
812. Echappement variable à cône de réglage 73
813. Echappement variable système Macallan 74
814. Echappement annulaire système Adams. 76
815. — — système Smith 77
816. Couronne du souffleur (*Ouest*) 79
817. Remplissage des caisses d'un tender à l'aide d'un éjecteur alimenté par une locomotive (*Est*) 80
818-819. Disposition générale de l'habillage et de l'enveloppe de la chaudière (*Ouest*, 963-990). 82
820. Dôme de prise de vapeur et soupapes (*P.-L.-M.*) 84
821. Soupapes de sûreté (*Est*) 86
822. — — (*P.-L.-M.*) 87
823. — — (*Ouest ;* Lethuillier-Pinel) 88
824. — — (*Nord ;* 2 121-2 157) 89
825. — — (*P.-O.*) 90
826. — — (*Etat belge*) 91
827. — — (système Ashton). 93
828. — — (*Baltimore and Ohio*) 93
829. — — (*Central suisse*) 94
830. — — (*North Eastern*) 96
831. — — (*L. N. W.* système Webb) 99
832. — — (*Etat prussien*) 97
833. Tube indicateur de niveau (*Ouest*) 100
834. — — — (*Est*) 102
835. — — — (*Etat prussien*). 104
836. — — — (*Ouest ;* système Serveau). 105
837. — — — double (*Great Western*). 107
837 *bis*. Disposition du tube de niveau et de ses robinets (*P.-L.-M.*) 108
838. Injecteur vertical (*P.-L.-M.*). 109
839. — Turck (*Ouest*) 110
840. — (*Nord*). 110
841. — Friedmann 111
842. — E. Polonceau 112
843. — Gresham et Craven n° 9. 114
844. — Sellers 115
845. — Derby. 116
846. — Park et Wilkinson 117
846 *bis*. Rotule en caoutchouc (*P.-L.-M.*) 119
847. Boîte à clapet de retenue (*Est*) 120
848. — — (*Etat prussien*). 121
849. — — (*Glasgow S. W.*) 122
850. — — type américain. 123
851. — — (*Pennsylvania R.*). 124
852. Colonnette de prise de vapeur (*Ouest*). 125
853. Boîte de prise de vapeur (*P.-O.*) 126
854. — — (*Central suisse*) 127
855. Disposition d'ensemble du régulateur à col de cygne (*North Eastern*). . . . 128
856. Dôme de prise de vapeur et régulateur (*P.-O.*) 129

856 *bis*. Dôme de prise de vapeur et régulateur (*P.-O.* avec détendeur) 130
857. Régulateur à col de cygne déporté (*Ouest*, 2 301-2 304) 131
858. Disposition des tuyaux de vapeur 132
859. Régulateur Crampton (*Est*) 133
860. Assemblage de la culotte de prise de vapeur sur la plaque tubulaire 134
861. Régulateur placé dans la boîte à fumée (*South Eastern*) 135
862. — à col de cygne (*Nord*, 2 121-2 157) 137
863. — — — (*Etat autrichien*) 138
864. Tête du régulateur (*P.-O.*) 140
865. Régulateur à soupape (*Schenectady*) 141
866. — — (*Central Suisse*) 143
867. — — (*Etat français*, système Roy) 144
868. Boîte à garniture du régulateur (*Ouest*) 145
869. Sablière (*P.-L.-M.*) 146
870. — (type américain) 147
871. — (*Etat autrichien*) 148
872. — à deux hélices (*P.-O.*) 149
873. — à vapeur (*Gresham et Cruven*) 150
874. — — — — (détail du robinet de manœuvre) . . . 152
875. Appareil pour le graissage des boudins des roues avant (*P.-O.*) 154
876. Robinet du souffleur (*Ouest*) 155
877. Robinet à vis (*Est*) 156
878. — (*Central suisse*) 157
879. — à double siège (*Central suisse*) 158
880. — (*P.-O.*) 159
881. — (*P.-O.*) 159
882. Prise de vapeur des injecteurs (type allemand) 161
883. Joint à lentille pour tuyaux de vapeur 162
884. Type de sifflet (*Est*) 164
885. Abri des locomotives série 963-970 (*Ouest*) 166
886. — — série 729-762 (*Est*) 168
887. Type d'abri américain en bois 170
888. — — en tôle 172
889. Type d'abri (*Etat prussien*) 173
890. Disposition intérieure de l'abri et des appareils d'arrière (*Ouest*, 963-990) . . 176
891. — — — — (*Ouest*, 3 541-3 572) . . 177
892. — — — — (*Nord*, 2 121-2 157) . . . 178
893. — — — — (*Midland*) 179
894. — — — — (*L. and Y.*) 180
895. — — — — (*G. N. of S.*) 181
896. — — — — (*Taff-Vale* et *Brighton*) . 182
897. — — — — (*G. E. R.*) 183
898. — — — — (*Est*, 3 001-3 015) . . . 185
899. — — — — (*P.-L.-M.* B. 111-400) . 186
900. — — — — (— C. 21-60) . . 187
901. — — — — (*P.-O.*, 265-360) 188
902. — — — — (*P.-O.*, 1 825-1 831) . . . 189
903. — — — — (*Midi*) 190
904. — — — — (*Etat belge*, type 12) . 191
905. — — — — (— type 6) . . 192
906. — — — — (*Ouest*, 2 301-2 304) . . . 194
907. — — — — (*N.-Y. Lake Erie and W.*) 195
908. Montage d'un frein à cames (*Ouest*, 953-990) 197

909-910. Disposition générale d'une timonerie de frein (*Est*, 729-742) 198
911. Schémas des trois types normaux des locomotives du *L. and Y. Ry* 206
912 — cinq — — du *G. E. R.* 208
913. Godet graisseur des glissières (*Est*) 216
914. Graissage par mèches et sans mèches 217
915. Graisseur sans mèche (*Ouest*) 218
916. — — (*Nord*) 219
917. — — (*P.-O.*) 220
918. — — (*L. N. W.*) 220
919. — — de Threlfall 220
920. Graisseur à boules 221
921. — Michel et Germaine 222
922. — par succion, dit à boule (*Ouest*) 223
923. — Schober (*P.-O.*) 224
924. — Ramsbottom 225
925. — — (variante) 225
926. — Roscoë 226
926. — type du *Midi* 227
928. — Meyer 228
928 *bis*. — — Montage sur une locomotive à cylindres intérieurs 229
929. Graisseur type *P.-O.* 230
930. — Consolin 230
931. — Bourdon et Hamelle 231
932. — Malarme 232
933. — de Limon 233
934. — Nathan 234
935. — mécanique à main (*P.-L.-M.*) 234
936. — Mollerup-Drevdal 235
937. — — disposition générale 236
938. — Bourdon 237
939. Tenders des locomotives type Outrance (*Nord*) 240
940. Coupe transversale du tender précédent 241
941. Tender de 20 m³ des *Chemins de fer de l'Est* 242
942. — de 14 m³ — de l'*Etat belge* 243
943. — de 14 m³ — d'*Orléans* 244
944. — de l'*Etat danois* 245
945. — de l'*Etat prussien* 246
946. — du *Lancashire and Yorkshire* 247
947. — à bogie des *Chemins de fer de l'Ouest* 248
948. — — du *Chemin de fer du Nord* 250
949. — — — (coupes transversales) 252
950. — — du *New South Wales State Ry* 253
951. Caisse à eau de 16 m³ (*Wabosh RR.*) 254
952. Truck des nouveaux tenders des *Chemins de fer de l'Ouest* 256
953. Attelage de l'*Etat autrichien* 258
954. — des *Chemins de fer P.-L.-M.* 259
955. — des *Chemins de fer de l'Etat* avec tampons Roy 260
956. — convergent (*P.-O.*) 262
957. Tendeur d'attelage avec le tender 264
958. — — avec le train 266
959. Disposition générale des caisses à eau et à combustible (*Est*) 268
960. — — — — (coupes) 270
961. Caisses à eau (*North London*); coupe transversale 271

962. Caisses à eau et appareils de condensation (*P.-O.*). 273
963. Disposition des appareils pour prise d'eau en route (*North Eastern*). 276
964. — — — — (*Pennsylvania*). 277
965. — — — — — 279

ADDENDA

966. Nouvelle locomotive compound à grande vitesse des *Chemins de fer de l'Ouest* 399
967. — — à grande vitesse des *Chemins de fer de l'Etat français*. 400
968. — — à grande vitesse du *L. and N. W. Ry* . . . 402
969. Vue d'avant des nouvelles locomotives du *Mexican central* 407
970. Nouvelle locomotive-tender, compound, de l'*Etat autrichien*. 408
971. Nouvelle locomotive à marchandises, compound, de l'*Etat autrichien*. . . . 409
972. Tiroir et piston à double échappement, système Todd 417
973. Commande automatique des purgeurs (*Nashville, Chattanooga and Saint-Louis RR.*) 418

TABLE

DES

PLANCHES HORS TEXTE

(*Ces planches sont placées à la fin du tome* IV.)

PLANCHE I. — **Locomotive à grande vitesse** (SÉRIE 77 à 86) **du Chemin de fer d'Orléans.**

PLANCHE II. — **Locomotive compound à quatre cylindres, à grande vitesse** (SÉRIE C. 21-60) **des Chemins de fer P.-L.-M.**

PLANCHE III. — **Locomotive à grande vitesse du Midland Railway.**

PLANCHE IV. — **Locomotive-tender de banlieue** (SÉRIE 729 à 742) **des Chemins de fer de l'Est.**

PLANCHE V. — **Locomotive à six roues accouplées et à bogie construite par les ateliers Baldwin à Philadelphie.**

PLANCHE VI. — **Locomotive à six roues accouplées et à bogie** (SÉRIE 2301-2304) **des Chemins de fer de l'Ouest.**

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

3 2044 081 576 712